

Bestimmung der Dynamit-Ladungen für Bohrschüsse zu Sprengungen an Felsabhängen.

Von

Johann Lauer,

k. k. Hauptmann der Genie-Waffe.

Durch die Annahme brisant wirkender Explosivstoffe zu Sprengarbeiten, dann der Maschinbohrung statt der Handbohrung zur Herstellung von Bohrlöchern und der zweckmässig ausgebildeten verschiedenen Zündmittel — insbesondere der elektrischen Zündung, — wurde ein gänzlicher Umschwung im Sprengwesen hervorgerufen, welches sich nunmehr auch in der Civil-Technik zu einem besonderen Wissenszweige: „Die Sprengtechnik“ emporhob*).

Insbesondere beginnt mit der Erfindung des Nobel'schen Dynamits — dem sogenannten Kieselguhr-Dynamit — eine neue Epoche im Sprengwesen.

Konnte früher bei alleiniger Benützung des Schwarzpulvers der Civil-Ingenieur nur im beschränkten Maasse Sprengungen vornehmen, so ist er seit der Erfindung des Dynamits — respective der Nitroglycerin-Pulver überhaupt — in der Lage, bei der Steingewinnung, im Berg-, Eisenbahn- und Strassenbaue, dann bei Stromregulirungen und Hafenbauten unter den schwierigsten Verhältnissen auf raschere und daher billigere Art zu sprengen, als dies früher der Fall war. Ja er kann sogar mit Zuhilfenahme dieser neueren Sprengmittel selbst unter Wasser befindliche hölzerne und eiserne Objecte, wie Piloten, Pfahlspundwände, Schiffsmaste, versunkene hölzerne und eiserne Schiffe etc., mit Leichtigkeit zerstören, was bisher entweder gar nicht oder doch nur mit grossen Schwierigkeiten gelang. — Auch kann der Techniker gegenwärtig Sprengungen zur Stockrodung, zur Auflockerung des Erdbodens, zur Zertrümmerung grosser Eisenmassen und für mannigfache Culturzwecke anwenden, — Arbeiten, die zur Zeit der Alleinherrschaft des Schwarzpulvers im Sprengwesen nicht durchführbar erschienen.

Am gewinnbringendsten zeigte sich jedoch die Anwendung der Nitroglycerin-Pulver beim Steinsprengen, denn hier bieten dieselben gegenüber dem Schwarzpulver sehr bedeutende Vortheile.

So ist bei Anwendung dieser Präparate das Laden und Besätzen der Bohrlöcher einfacher und ungefährlicher als bei Anwendung von Schwarzpulver. — Im wasserhältigen Gesteine, wo die Schwarzpulver-Ladung eine besondere Dichtung der Hülle verlangt, ist eine solche bei Nitroglycerin-Pulvern in weit geringerem Maasse nothwendig.

Bei Tunnelirungen wird durch Anwendung von derlei Präparaten der nennenswerthe Vortheil erreicht, dass wegen der geringeren Gefährlichkeit der bei ihrer Verbrennung entstehenden Gase die unbedingte Nothwendigkeit eines lebhaften Wetterzuges durch künstliche Ventilation, daher langes Pausiren zwischen Sprengung und Wiederbeginn der Arbeit entfällt.

Das Steinsprengen unter Wasser, einstens so schwierig und kostspielig auszuführen, gestaltet sich durch Ausnützung der Wirkungen brisanter Sprengmittel äusserst einfach, da

*) In der Kriegs-Technik besteht dieser Wissenszweig schon seit mehr als 100 Jahren unter dem Namen „Minirkunst“.

bei den Bohrschüssen der Besatz entfällt, — ja unter Umständen selbst mit freiliegenden Ladungen allein, Hindernisse zerstört werden können.

Ein weiterer Vortheil, welcher durch Anwendung von Dynamiten — Nitroglycerin-Pulvern — zum Steinsprengen erhalten wird, besteht auch darin, dass in Folge des grösseren specifischen Gewichtes der kräftigeren Dynamitsorten die Bohrlöcher für solche Ladungen kleinere Durchmesser erfordern, als jene für Pulver-Ladungen, daher bei ersteren die Bohrzeit eine viel kürzere ist als bei letzteren.

Es ist eben die Herabminderung der Bohrzeit, welche beim Steinsprengen den grössten Theil der Kosten beansprucht, ein Vortheil, den man schon vor Erfindung der Nitroglycerin-Präparate erkannte und zu erreichen anstrebte.

Das Resultat der damaligen Bestrebungen war die Construction und Anwendung der Gesteins-Bohrmaschinen, welche insbesondere bei Tunnelirung eine raschere Arbeit ermöglichten.

Allein die gegenwärtigen bedeutenden Erfolge in Verminderung der Arbeitszeit wurden erst im Vereine mit der Anwendung der Nitroglycerin-Pulver erzielt.

Auch die elektrische Zündung hat zur Vervollkommenung des Sprengwesens beigetragen; kann man ja durch sie mehrere Ladungen, deren Wirkungen in einander greifen, gleichzeitig und sicher zünden und hierdurch eine grössere Ausbeute erzielen, als wenn die Bohrschüsse einzeln abgethan werden. Weiters ermöglicht die elektrische Zündung die Explosion einer oder mehrerer Sprengladungen selbst aus sehr grossen Entfernungen und in einem bestimmten Momente. Es entfällt sonach durch die Zündung genau im Augenblicke des gegebenen Zeichens zum Abthun der Schüsse die gewöhnliche Ursache, welche in Steinbrüchen, im Bergbaue und bei sonstigen Sprengarbeiten bei Anwendung von Zündschnüren die Gefährdung der Arbeiter und nur zu oft den Verlust ihres Lebens veranlasst. — Der Vortheil, welchen die Anwendung der elektrischen Zündung bei Sprengung von unter Wasser versenkten Ladungen bietet, ist im Vergleiche zu den kaum besiegbaren Schwierigkeiten, welche die Anwendung aller anderen Zündungsmethoden in dem bezeichneten Falle verursachen würde, einleuchtend.

Man hätte nun glauben sollen, dass bei allen grösseren Steinsprengungen von diesen vielversprechenden Hilfsmitteln der Sprengtechnik ausgiebig Gebrauch gemacht würde. Dies ist jedoch bisher nicht der Fall, denn nur selten werden Bohrmaschinen, Nitroglycerin-Pulver und die elektrische Zündung im richtigen Zusammenhange angewendet. Manchmal findet man die Maschinbohrung dort in Uebung, wo Handbohrung angezeigt wäre, und verhältnissmässig nur zu oft werden noch beim Aussprengen von Tunnels die Bohrlöcher durch Handarbeit hergestellt, während gerade bei solchen Sprengungen, durch die Verwendung von Bohrmaschinen ein rasches Vorschreiten der Arbeit, somit Zeit- und Geldgewinn allein zu erreichen sind. — Ebenso kommt die elektrische Zündung noch immer nicht in dem Maasse zur Geltung, als sie es verdient, und ist die Bickford'sche Zündschnur fast das ausschliesslichste Zündmittel für Bohrschüsse.

Nur die Nitroglycerin-Pulver werden fast allseitig angewendet. Sie vermochten dem Schwarzpulver, welches über 200 Jahre im Bergbaue die Herrschaft behauptete, diese zu entreissen und das früher nur engbegrenzte Gebiet des Sprengwesens zu erweitern.

Welche immens rasche Verbreitung die Dynamite innerhalb 10 Jahren fanden, geht daraus hervor, dass im Jahre 1867 bei 11.000 Kilogramm und im Jahre 1876 bereits an 5 Millionen Kilogramm Dynamit erzeugt wurden.

Die relative Grösse dieser letzteren Zahl wird aber erst dann richtig beurtheilt, wenn man weiss, dass die gesammte jährliche Fabrikation des Schiess- und Sprengpulvers der vier grossen Staaten des Continents nur ungefähr 25 Millionen Kilogramm beträgt, also nur 5mal mehr als der Verbrauch an Dynamit.

Allein trotz dieser colossalen Verbreitung der Nitroglycerin-Pulver hat ihre rationelle Anwendung doch nicht allgemein platzgegriffen.

Es gilt dieses insbesondere bei der Ladungsbestimmung für Bohrschüsse zu Sprengungen an Felsabhängen.

Die noch fast allgemein gebräuchliche Berechnungsart, welche die Grösse der Ladung nach der Bohrlochtiefe ohne Rücksicht auf die Grösse des Bohrlochdurchmessers und der Vorgabe feststellt, kann als keine richtige bezeichnet werden, weil zum Beispiel bei gleichen Vorgaben und gleichen Bohrlochweiten, den verschiedenen Bohrlochweiten entsprechend, auch verschieden grosse Ladungen zur Anwendung kommen und sonach ungleiche Wirkungen erhalten werden, während diese, des gleichen Widerstandes wegen, doch gleich sein sollten.

Man findet zwar hie und da in neueren Broschüren die Ansicht ausgesprochen, dass die beste Verwendungsweise der einzelnen Sprengmittelsorten durch die richtigen Verhältnisse der Bohrlochdimensionen, Vorgaben etc. bedingt wird und durch Versuche allein ermittelt werden kann; doch sind die als Anhaltspunkte angegebenen Regeln unzureichend, um danach selbst gewiegten Sprengtechnikern die Möglichkeit zu geben, jeder Vorgabe entsprechend die richtige Ladung für den Bohrschuss bestimmen zu können. Noch weniger kann dies der Polier.

Thatsächlich beachten letztere bei Steinsprengungen nur die Angabe: dass die Bohrlöcher auf $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$, oder auf $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$ ihrer Tiefe zu laden sind, und nehmen auf die Grösse der Vorgabe, oder auf die Weite des Bohrloches fast niemals, oder wenn dies geschieht, nie im entsprechenden Verhältnisse Rücksicht, denn hierzu fehlt ihnen jeder Anhaltspunkt zur vergleichenden Beurtheilung.

Es erklärt sich hieraus, warum bei Bohrschüssen mit gleichen Vorgaben, jedoch ungleich tiefen, oder ungleich weiten Bohrlöchern verschieden grosse Ladungen angewendet werden und warum die Wirkungen solcher Bohrschüsse so auffallend differiren, dass einmal das gesprengte Material unglaublich weit geschleudert, das andere Mal aber kaum aus der Lage vorgeschoben wird.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die gegenwärtige Art des Steinsprengens keine ökonomische ist, und wenn man dessenungeachtet die mangelhafte Bestimmungsweise

der Ladungen für Bohrschüsse bisher beibehalten hat, der Grund hierfür vornehmlich darin gesucht werden muss, dass mit den Sprengungen in Steinbrüchen, Stollen, Schächten etc. fast nie Ingenieure betraut sind, sondern Poliere, welchen die Grösse der Sprengladung zumeist gleichgiltig ist, da sie für Steinsprengungen hohe Accordspreise haben und ihnen selbst bei der irrationellsten Sprengungsweise noch immer ein beträchtliches Erträgniss bleibt.

Ich habe es nun versucht, aus allen von mir vorgenommenen Dynamit- und Rhexit-Sprengungen eine Ladungsberechnung für Bohrschüsse abzuleiten, welche sowohl dem Ingenieur als auch dem Polier verlässliche Daten liefert.

Als eines der Resultate dieser Sprengungen muss angeführt werden: dass die Wirkung des explodirten Nitroglycerin-Präparates eine derart momentane ist, dass die Sprengungssphäre*) — d. h. diejenige, den Explosionsort umgebende concentrische Welle, in welcher die radialen Pressungen eben noch genügend intensiv sind, um die Theile des Mediums zu trennen — der Kugelform gleich ist, möge die Ladung im unbegrenzten oder im begrenzten Mittel ihre Wirkung äussern.

Diese Thatsache, welche theoretische Untersuchungen über die Formen der Minenwirkungen erhärten, ist hauptsächlich bestimmend, um die Relation festzustellen, welche zwischen dem Halbmesser der Sprengungssphäre, — dem Sprengungshalbmesser s — und der Ladung L besteht.

Ohne sich erst in eine Abhandlung über die Theorie des Sprengens einzulassen, wird als Ergebniss der Versuche, welches übereinstimmend ist mit den theoretischen Erwägungen, angeführt: dass die Ladungen mehrerer Minen (Bohrschüsse) sich verhalten wie die dritten Potenzen der zugehörigen Sprengungshalbmesser.

Sonach verhält sich

$$L: L_1: L_2 \dots = s^3: s_1^3: s_2^3: \dots$$

und sind

$$\frac{L}{s^3}, \quad \frac{L_1}{s_1^3}, \quad \frac{L_2}{s_2^3} \dots$$

für ein und dasselbe Medium und für ein und dieselbe Sprengmittelsorte gleich einem beständigen Quotienten c , dem sogenannten Ladungs-Coëfficienten.

Man erhält sonach aus obiger Proportion die allgemeine Ladungsleichung

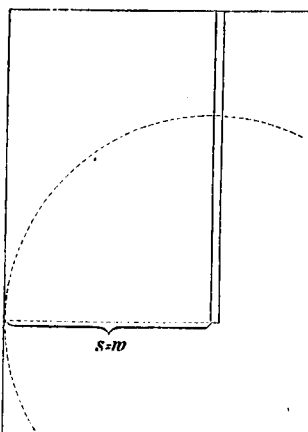
$$L = \frac{L_1^3}{s_1^3} s^3 = c s^3$$

für Steinsprengungen.

Für Steinsprengungen an freien Wänden, wie in Steinbrüchen, an Bergabhängen, überhaupt im nicht verspannten Gestein, wo es sich nur darum handelt, die Trennung des Zusammenhanges zu erzielen, um das Gestein von der Höhe in die Tiefe hinabzustürzen, muss die Sprengungssphäre jene freie Seite, nach welcher hin das Gestein geschoben werden soll, nur berühren, d. h. der

*) Zuerst durch den Verfasser in dessen „Mauerwerks-Sprengungen mit Dynamit und Pulver — Wien 1873“ darauf hingewiesen.

Fig. 1.



Sprengungshalbmesser s wird der Vorgabe w (Widerstandslinie)* gleich. (Fig. 1.)

Sonach gestaltet sich die Ladungsformel für Stein-sprengungen an Felswänden

$$L = c w^3,$$

worin L die Menge des Sprengmittels in Kilogrammen, w die Vorgabe in Metern, und c den Ladungs-Coëfficienten ausdrückt, der für jede Gesteinsgattung, mit der gewählten Sprengmittelsorte

und mit Rücksicht auf den Zweck der Sprengung, durch Probeschüsse ermittelt werden muss**).

Dies geschieht durch mehrere Bohrschüsse, die man mit gleichen Vorgaben, mit gleichen Bohrloch-tiefen, überhaupt unter gleichen Verhältnissen anordnet und mit verschieden grossen Ladungen nach einander abthut.

Als Ladung für den ersten Bohrschuss wird eine beliebige Menge des Sprengmittels genommen, mit vollem Besatz versehen und der Schuss gelöst.

Aus der Wirkung dieses Schusses wird man entnehmen ob für die anderen Schüsse eine Steigerung oder Verminderung der ersten Probeladung einzutreten habe. Wäre dies der Fall, so muss die Abänderung der Ladung nur im kleinen Maasse für die nächsten Schüsse durchgeführt werden.

Ist schliesslich jene Ladung bestimmt, welche für die gewählte Vorgabe die gewünschte Wirkung hervorbringt, so wird aus der Gleichung $L = c w^3$ der Werth von c berechnet.

Es ist nämlich

$$c = \frac{L}{w^3}.$$

Vorthailhaft ist es, die Probeversuche mit Bohrschüsse für 1.00^m grosse Vorgaben vorzunehmen.

Hätten z. B. die Versuche ergeben, dass für die Vorgabe von 1.00^m die Ladung 0.500^{kg} der Sprengmittelsorte Nr. III die dem Zwecke nach günstigste Wirkung in einer bestimmten Steingattung liefert, so ist

$$c = \frac{0.500}{1.00^3} = 0.5,$$

mithin für diesen Fall die Ladungsformel

$$L = 0.5 w^3.$$

Zur Controle berechnet man schliesslich nach der festgestellten Formel die Ladungen für Bohrschüsse mit kleineren und grösseren Vorgaben als 1.00^m und versucht, ob diese analoge Wirkungen wie die bei den Probeversuchen erhalten liefern. — Es wird dies meist der Fall sein, wenn nicht, so ist der Werth von c zu rectificiren, eventuell auch eine stärkere oder schwächere Sprengmittelsorte, als bei den Versuchen angewendet wurde, zu wählen.

*) Vorgabe, im Allgemeinen Widerstandslinie (WL oder w), ist die vom Bohrloch-Ende, oder richtiger von der Mitte der Ladung gegen die freie Fläche gezogene kürzeste Linie.

**) Hierüber bereits in der Mahlerschen Broschüre: „Die moderne Sprengtechnik mit ihren wesentlichsten Hilfsmitteln, Bohrmaschinen, Dynamit und elektrische Zündung“, Wien 1875, — Mittheilung gemacht.

Die Resultate der in den Steinbrüchen zu Wöllersdorf, Grinzing und nächst Oedenburg durchgeführten Versuche, dann die bei Demolirung der Lövel-Bastei in Wien und der Prager Stadtumfassung gemachten Erfahrungen, gestatten die Behauptung, dass man bezüglich des Sprengens von Stein mittelst der im Handel vorkommenden verschiedenen Dynamitsorten nur sechs Werthe für den Ladungs-Coëfficienten c für alle Steingattungen zu beachten braucht.

Die nachstehende Tabelle I enthält diese ermittelten Werthe von c .

Tabelle I.

Steingattung	Für die Dynamitsorte		
	Nr. I	Nr. II	Nr. III
	mit einem Nitroglycerin-Gehalt		
	75%	45%	35–40%
	ist c gleich		
Sehr harter Stein: ein altes, festes Mauerwerk, harter Kalkstein...	0.3	0.5	0.6
Mittelharter Stein: ein Granit, Kalkstein	0.2	0.4	0.5
Weicher Stein: wie Sandstein, Schiefer	0.1	0.3	0.4

Selbstverständlich dienen dieselben nur als beiläufige Anhaltspunkte für die ersten Probesprengungen und müssen erst durch letztere genau festgestellt werden.

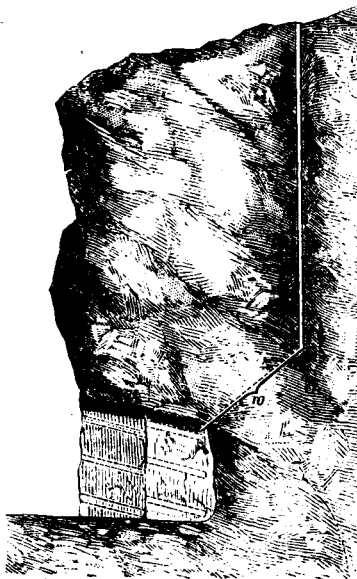
Für Ingenieure genügen diese Angaben vollkommen, um die richtigen Ladungen für solche Bohrschüsse an freien Wänden zu berechnen, durch welche das Gestein blos in seinem Zusammenhange getrennt werden soll, d. h. wie schon früher erwähnt, bei welchen die Sprengungssphäre die freie Wand, nach welcher hin die Schüsse wirken sollen, nur tangiren darf (Fig. 1).

Die Tabelle II enthält die Grössen der Ladungen für Vorgaben bis zu 2.00^m entsprechend den sechs Werthen von c .

Tabelle II.

Vorgabe w in Metern	Für den Ladungs-Coëfficienten c					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
	ist die Ladung L in Kilogramm					
0.25	0.002	0.004	0.006	0.008	0.010	0.012
0.30	0.003	0.006	0.009	0.012	0.015	0.018
0.35	0.004	0.008	0.012	0.016	0.020	0.024
0.40	0.006	0.012	0.018	0.024	0.030	0.036
0.45	0.009	0.018	0.027	0.036	0.045	0.054
0.50	0.013	0.026	0.039	0.052	0.065	0.078
0.60	0.022	0.044	0.066	0.088	0.110	0.132
0.70	0.034	0.068	0.102	0.136	0.170	0.204
0.80	0.051	0.102	0.153	0.204	0.255	0.306
0.90	0.073	0.146	0.219	0.292	0.365	0.438
1.00	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600
1.10	0.113	0.266	0.399	0.532	0.665	0.798
1.20	0.173	0.346	0.519	0.592	0.865	1.038
1.30	0.220	0.440	0.660	0.880	1.100	1.320
1.40	0.274	0.548	0.822	1.096	1.370	1.644
1.50	0.338	0.676	1.014	1.352	1.690	2.028
1.60	0.410	0.820	1.230	1.640	2.050	2.460
1.70	0.491	0.982	1.473	1.964	2.455	2.946
1.80	0.583	1.166	1.749	2.332	2.915	3.498
1.90	0.686	1.372	2.058	2.744	3.430	4.116
2.00	0.800	1.600	2.400	3.200	4.000	4.800

Fig. 2.



Wenn jedoch bei Sprengungen an Felswänden zuerst deren Fuss unter-sprengt und dann die Wand durch Anwendung von Bohrschüssen mit grossen Vorgaben herausgedrückt werden soll, Fig. 2, so müssen, um die Verspannung des Gesteins aufheben zu können, die nach abwärts geneigten Bohrlöcher so stark geladen werden, dass ihre Sprengungssphären über die freie Wandfläche hinausgreifen und Trichterminen tagen.

Die günstigste Wirkung solcher Minen ist nahezu jene, bei welcher der Trichterhalbmesser r der Widerstandslinie oder Vorgabe w gleich ist, Fig. 3.

In diesem Falle ist, weil $w = r, s = \sqrt{w^2 + r^2} = 1.414 w$ und die allgemeine Ladungsformel

$$L = c s^3 = 2.83 c w^3.$$

Sonach muss bei Bohrschüssen im vollkommen verspannten Gestein, wie beim Untersprengen von Felswänden beim Abteufen

von Schächten, beim Vortreiben von Stollen etc., der Ladungs-Coefficient c nahezu dreimal so gross als bei Sprengungen an einer verticalen Wand (unverspanntes Gestein) genommen werden *).

Auch diese Angabe genügt dem Ingenieur, um für letzteren Fall die Ladungen der Bohrschüsse zu berechnen, sobald er deren Widerstandslinien genau gemessen hat.

Nicht so ist es aber bei den meisten Polieren.

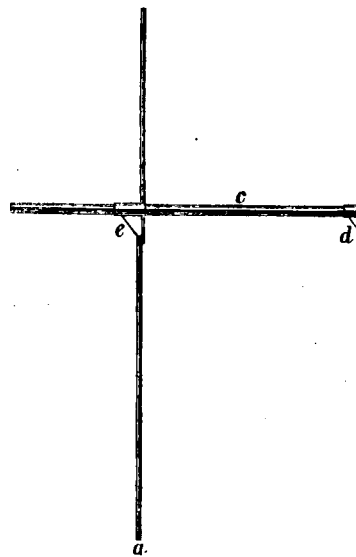
Um jedoch auch diesen die Möglichkeit zu geben, gleichfalls ökonomisch zu sprengen, habe ich zwei Apparate **) construiert, welche die möglichst genaue Abnahme der Vorgaben gestatten und zugleich jene Anzahl der ganzen und halben Sprengpatronen (wie selbe im Handel vorkommen) angeben, die zur Erreichung der gewünschten Wirkung für die Ladung eines Bohrloches erforderlich sind.

Der eine Ladungsapparat — für verticale oder nahezu verticale Bohrschüsse, Fig. 4 — besteht aus zwei Rundstäben a und b , welche der bequemen Verpackung wegen aus je zwei Theilen gebildet und mittelst

*) Dies ist auch der Fall bei Sprengungen an freien Wandflächen, wenn man des leichtern Transportes wegen kleine Steine gewinnen will, wie z. B. bei Aussprengung von Eisenbahn-Einschnitten.

**) Die beiden Apparate wurden auf der Ausstellung zu Paris 1878 mit der silbernen Medaille prämiirt.

Fig. 4.



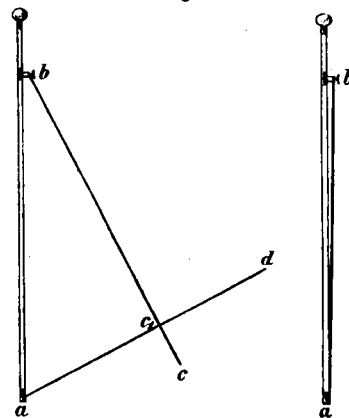
Messingschrauben zu einem Ganzen verbunden werden. Jeder dieser Stäbe ist von unten nach oben mit einer Eintheilung von 10 zu 10^{cm} versehen.

Weiters gehören zu diesem Ladungsapparate 2 dreiseitige Stäbe c , auf deren Seiten, entsprechend den 6 Werthen des Ladungs-Coefficienten c der Tabelle I, je eine Ladungsscala angebracht und durch die bezügliche Decimalziffer des Werthes von c bezeichnet ist.

Die bei den Theilstreichen dieser Scalen angesetzten Ziffern zeigen die Anzahl der ganzen oder halben Patronen, respective das Vielfache von 0.055^{kg} Dynamit (Eigengewicht einer gewöhnlichen Sprengpatrone).

An das eine Ende des Scalastabes c wird eine Messinghülse d , in welcher sich der Stab b auf- und abwärts bewegen lässt, angeschraubt, und an das andere Ende des Stabes c eine kreuzförmige Messinghülse e angesteckt, mit welcher der Rundstab a seitwärts, und in derselben auch auf- und abwärts verschoben werden kann.

Fig. 5.



Der Ladungsapparat Fig. 5 — für schräge gestellte Bohrschüsse — besteht aus einem mit einer Decimeter-Eintheilung versehenen Rundstabe a , an dem ein mit einer Messingklemme b vereiniger Draht c verschoben und in jeder Lage fixirt werden kann.

In einer Nuthe des Stabes a ist ein bei d drehbar befestigter, mit der Ladungsscala versehener Blechstreifen d eingelegt.

Zu diesem Ladungsapparate gehören 3 solche Blechstreifen, auf deren Seiten je eine Scala eingeschlagen ist, die dem dreifachen Werthe eines der in der Tabelle I angegebenen Ladungs-Coefficienten c entspricht.

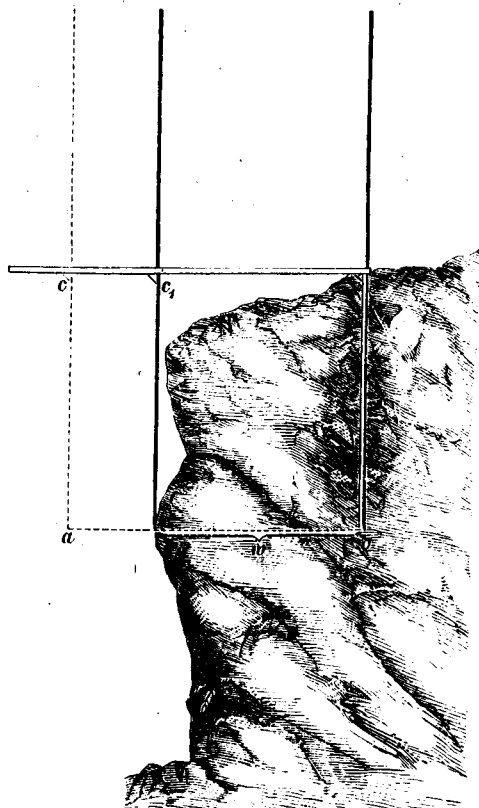
Der Gebrauch dieser beiden Apparate ist ein sehr einfacher.

Sollten z. B. in einem Steinbruche, dessen Steingattung von mittlerer Härte ist, Bruchsteine für Mauern erzeugt werden, so hat man sich für eine schwächere Dynamitsorte (Nr. III) zu entscheiden und entspricht diesen beiden Bedingungen nach Tabelle I für den Ladungs-Coefficienten c der Werth 0.5.

Es wird daher bei dem Ladungsapparat Fig. 4 der Stab c derart in der Hülse d festgeschraubt, dass die mit 5 bezeichnete Scala nach oben zu liegen kommt.

Bei dem Apparat Fig. 5 wird der mit 5 bezeichnete Blechstreifen in die Nuthe eingelegt und bei a festgestellt.

Fig. 6.

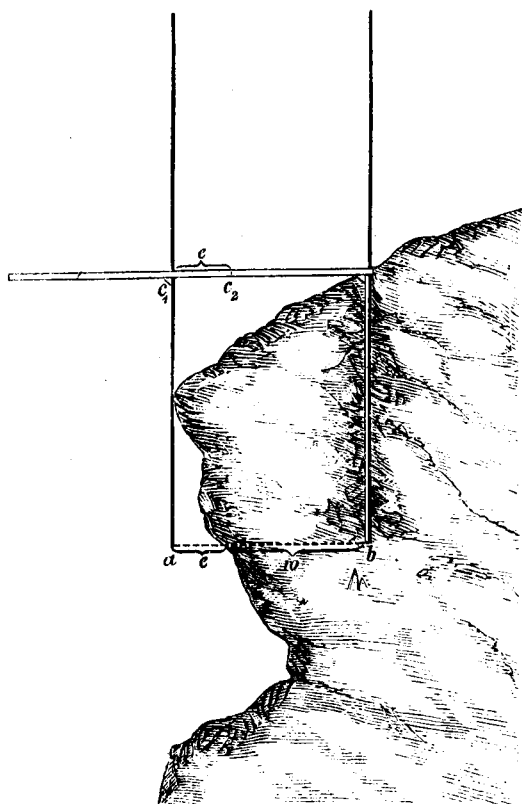


Soll nun für ein verticales oder nahezu verticales Bohrloch, Fig. 6, die Ladung ermittelt werden, so wird der Stab b des Ladungsapparates Fig. 4 in das Bohrloch bis auf dessen Ort geschoben, der Stab c bis zur Bohrlochmündung herabgedrückt und schliesslich der Stab a , welcher mit seinem untern Ende in gleiche Höhe mit jenem von b gestellt werden muss, von c gegen die Bohrlochmündung so lange geschoben,

bis das untere Stab-Ende die Felswand berührt.

Der bei dem Kreuzungspuncte c_1 auf dem Stabe c angebrachte Theilstrich gibt die Ladungsgrösse, respective jene Zahl der ganzen und halben Sprengpatronen, wie sie im Handel vorkommen, an, welche vom Polier geladen werden müssen.

Fig. 7.



Wäre die Felswand wie nach Fig. 7 derart beschaffen, dass das Stab-Ende a den Felsen nicht berühren könnte, so

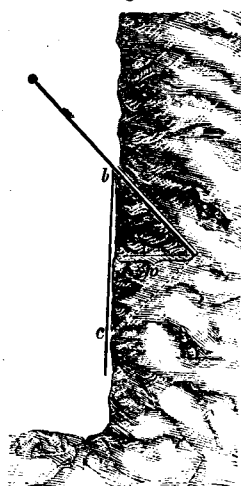
gibt selbstverständlich nicht der Theilstrich am Kreuzungspuncte c_1 , sondern der um das Stück e weiter gegen b liegende Theilstrich c_2 die Ladungsgrösse an.

So lange die Bohrlöcher nahezu parallel zur Felswand und von ihrer obern Fläche aus hergestellt wurden, genügt dieser Apparat vollkommen, weil die Entfernungen der beiden Stäbe a und b nur wenig gegen die wirklichen Vorgaben differiren.

Sobald aber Bohrlöcher von der Wand schräge nach rückwärts ausgearbeitet werden, so muss sich des zweiten Apparates bedient werden, dessen Anwendung folgende ist.

Der Stab mit dem eingelegten Blechstreifen wird in das Bohrloch bis an dessen Orte geschoben, Fig. 8, die Messinghülse sodann bis zur Mündung des Bohrloches herabgedrückt, schliesslich der Eisendraht c in eine nahezu parallele Lage zur Felswand gebracht und mittelst der Klemmschraube fixirt.

Fig. 8.



Wird nun der Stab aus dem Bohrloche herausgenommen und der Blechstreifen d nach Fig. 5 in senkrechte Lage zum Drahte c gestellt, so gibt der am Kreuzungspunct c_1 befindliche Theilstrich am Blechstreifen, respective der Ladungsscala, die Zahl der ganzen und halben Sprengpatronen an, welche nach der Bohrlochsanlage entsprechend als Ladung entfallen.

* * *

Wie aus vorstehender Schilderung zu entnehmen ist, die Handhabung der Ladungsapparate eine höchst einfache und können selbe von Jedermann stets richtig angewendet werden.

Mit Hilfe dieser Apparate kann bei Sprengungen das Schleudern der Steine bis auf eine bestimmte Entfernung von den Bohrschüssen (Minen) anstandslos geregelt werden, wie dies die Sprengungen an der Lövel-Bastei in Wien bewiesen. Dort konnten die Zuseher auf 20—30 Schritte gefahrlos von den Bohrschüssen ihre Aufstellung nehmen und war es niemals nothwendig, zur Zeit der Sprengungen die nächstliegenden Gassen abzusperren.

Nach beiläufiger Berechnung ergibt sich bei Anwendung beider Ladungsapparate zum Steinsprengen eine Kostenersparniss von 20% bis 25%.

Ueber eine allgemeinere Form der Clapeyron'schen Momentengleichungen.

Von

Ingenieur **Kupferschmid.**

Gegeben ist ein continuirlicher Balken von der totalen Länge L , auf $n - 1$ Zwischenstützen und zwei Endstützen aufliegend, derart, dass die Zwischenstützen durch gleiche, in eine Flüssigkeit vom specifischen Gewichte γ eingetauchte Pontons gebildet werden, während die Endstützen fest sein sollen. Die

Längen der einzelnen Felder seien klein gegen die totale Länge L ; sie mögen als gleich angenommen und mit l bezeichnet werden. Die Pontons seien bezüglich Grösse und Eintauchung so gewählt, dass die sämtlichen Auflagerpunkte des unbelasteten, das heisst bloß durch sein Eigengewicht beanspruchten Trägers in einer Horizontalen liegen, welche als die Abscissenachse eines rechtwinkligen Koordinaten-Systemes der x, y gewählt wird, dessen Anfangspunkt das linke Endauflager sein soll. Ferner seien:

$(M_0 = 0), M_1, M_2, M_3, \dots, M_r, \dots, M_{n-1} (M_n = 0)$;

die über den einzelnen Stützen $0, 1, 2, 3, \dots, r, \dots, n-1, n$ auftretenden Biegemomente;

$V_1^0, V_1^1, V_2^0, V_2^1, V_3^0, \dots, V_r^1, V_{r+1}^0, \dots, V_n^1$

die über den Stützen auftretenden Verticalschubkräfte;

$(y_0 = 0) y_1, y_2, \dots, y_r, \dots, y_{n-1} (y_n = 0)$

seien die Ordinaten der Auflagerpunkte, wenn der Träger irgendwie belastet wird, und in Folge dessen die Pontons um eben diese Strecken y mehr eintauchen.

E sei der auf die ganze Länge L constante Elasticitätsmodul, I das " " " " " " " " Trägheitsmoment.

Es lautet sodann die Clapeyron'sche Gleichung für ein beliebiges r^{tes} Feld:

$$l M_{r-1} + 4 l M_r + l M_{r+1} = 6 E I \left(\frac{y_r - y_{r-1}}{l} - \frac{y_{r+1} - y_r}{l} \right) - N_r' - N_{r+1},$$

oder nach Division mit l :

$$\left. \begin{aligned} M_{r-1} + 4 M_r + M_{r+1} = \\ \frac{6 E I}{l^2} (2 y_r - y_{r-1} - y_{r+1}) - \frac{N_r' + N_{r+1}}{l} \end{aligned} \right\} \dots I,$$

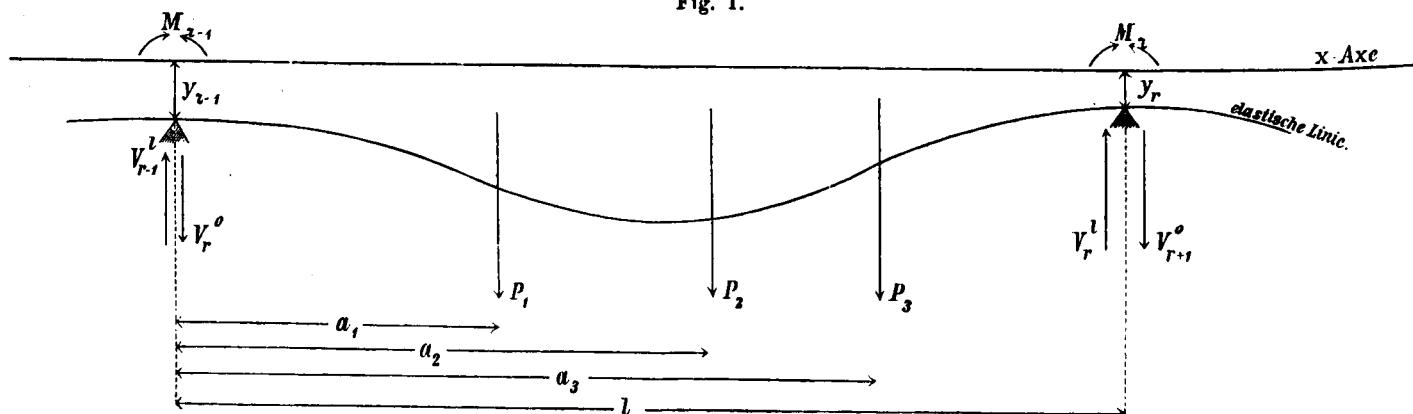
worin:

$$N_r' = \frac{1}{l} \sum_0^1 P \cdot a (l - a) (l + a),$$

$$N_{r+1} = \frac{1}{l} \sum_0^1 P \cdot a (l - a) (2 l - a),$$

unter a die Abstände der Lasten P von der nächsten links liegenden Stütze verstanden (Fig. 1).

Fig. 1.



Für das erste Feld erhält man:

$$4 M_1 + M_2 = \frac{6 E I}{l^2} (2 y_1 - y_2) - \frac{N_1' + N_2}{l} \dots II,$$

und für das letzte Feld:

$$M_{n-2} + 4 M_{n-1} = \frac{6 E I}{l^2} (2 y_{n-1} - y_{n-2}) - \frac{N_{n-1}' + N_n}{l} \dots III.$$

Die Pontons seien so gebaut, dass deren Horizontalschnitte F in genügender Annäherung als constant angenommen werden können. Werden dann die Auflagerdrücke mit

$D_0, D_1, D_2, \dots, D_r, \dots, D_{n-1}, D_n$

bezeichnet, so bestehen die Gleichungen:

$$D_1 = y_1 \cdot \gamma F, D_r = y_r \cdot \gamma F, \dots, D_{n-1} = y_{n-1} \cdot \gamma F,$$

also:

$$y_1 = \frac{D_1}{\gamma F}, y_r = \frac{D_r}{\gamma F}, \dots, y_{n-1} = \frac{D_{n-1}}{\gamma F}.$$

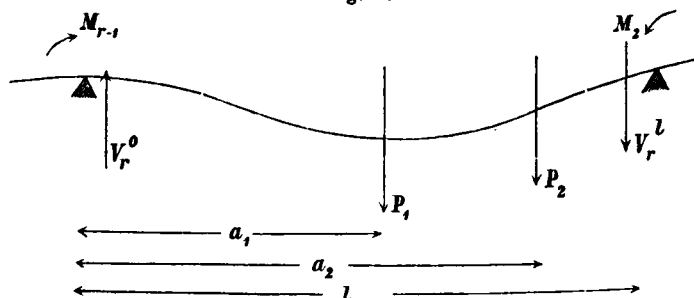
Es ist aber allgemein:

$$D_r = V_{r+1}^0 - V_r^1,$$

also speciell:

$$\begin{aligned} D_1 &= V_2^0 - V_1^1, \\ D_2 &= V_3^0 - V_2^1. \end{aligned}$$

Fig. 2.



Nach Fig. 2 ist die Gleichgewichtsbedingung gegen Drehung um die rechte Stütze:

$$M_r - M_{r-1} - V_r^0 \cdot l + \sum_0^l P (l - a) = 0,$$

woraus:

$$V_r^0 = \frac{M_r - M_{r-1}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^l P (l - a) \dots \alpha).$$

(Der Index über dem Summationszeichen soll bedeuten, das sich die Summation bloß über das r^{te} Feld erstreckt.)

Ferner folgt aus Fig. 2:

$$V_r^1 = V_r^0 - \sum_0^l P,$$

oder mit Substitution aus Gleichung α):

$$V_r^1 = \frac{M_r - M_{r-1}}{l} - \frac{1}{l} \sum_0^l P \cdot a \dots \alpha_1).$$

Hieraus folgt durch entsprechende Vertauschung der Indices:

$$\begin{aligned} V_2^0 &= \frac{M_2 - M_1}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P(l-a), \\ V_1^1 &= \frac{M_1}{l} - \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P.a, \\ V_3^0 &= \frac{M_3 - M_2}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P(l-a), \\ V_2^1 &= \frac{M_2 - M_1}{l} - \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P.a. \end{aligned}$$

Mit diesen Werthen V ergibt sich nun, wenn zur Abkürzung:

$$\begin{aligned} \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P(l-a) &= \frac{S_2'}{l}, \\ \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P.a &= \frac{S_2}{l} \end{aligned}$$

gesetzt wird:

$$\begin{aligned} D_1 &= \frac{M_2 - 2 M_1}{l} + (S_2' + S_1) \frac{1}{l}, \\ D_2 &= \frac{M_3 - 2 M_2 + M_1}{l} + (S_2' + S_2) \frac{1}{l}. \end{aligned}$$

Mit diesen Werthen D_1 und D_2 erhält man:

$$\begin{aligned} 2 y_1 - y_2 &= \frac{1}{\gamma.F'} \left(\frac{2(M_2 - 2 M_1)}{l} + \frac{2(S_2' + S_1)}{l} - \frac{M_3 - 2 M_2 + M_1}{l} - \frac{S_2' + S_2}{l} \right) \\ &= \frac{1}{\gamma.F'l} [-5 M_1 + 4 M_2 - M_3 + 2(S_2' + S_1) - S_2' - S_2]. \end{aligned}$$

Hiermit geht Gleichung II) über in:

$$4 M_1 + M_2 = \frac{6 E I}{\gamma.F.l^3} [-5 M_1 + 4 M_2 - M_3 + 2(S_2' + S_1) - S_2' - S_2] - \frac{N_1' + N_2}{l},$$

oder wenn:

$$\frac{6 E I}{\gamma.F.l^3} = \omega \dots \dots \dots \text{A);}$$

gesetzt wird:

$$4 M_1 + M_2 = \omega [-5 M_1 + 4 M_2 - M_3 + 2(S_2' + S_1) - S_2' - S_2] - \frac{N_1' + N_2}{l},$$

woraus:

$$M_1 (4 + 5 \omega) + M_2 (1 - 4 \omega) + M_3 \cdot \omega = \omega [2(S_2' + S_1) - S_2' - S_2] - \frac{N_1' + N_2}{l} \dots \dots \text{B).}$$

Ferner ist:

$$\begin{aligned} D_{r-1} &= V_r^0 - V_{r-1}^1, \\ D_r &= V_{r+1}^0 - V_r^1, \\ D_{r+1} &= V_{r+2}^0 - V_{r+1}^1, \end{aligned}$$

oder da:

$$\begin{aligned} V_r^0 &= \frac{M_r - M_{r-1}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P(l-a), \\ V_{r-1}^1 &= \frac{M_{r-1} - M_{r-2}}{l} - \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P.a, \end{aligned}$$

$$V_{r+1}^0 = \frac{M_{r+1} - M_r}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P(l-a),$$

$$V_r^1 = \frac{M_r - M_{r-1}}{l} - \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P.a,$$

$$V_{r+2}^0 = \frac{M_{r+2} - M_{r+1}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P(l-a),$$

$$V_{r+1}^1 = \frac{M_{r+1} - M_r}{l} - \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P.a,$$

$$D_{r-1} = \frac{M_r - M_{r-1}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P(l-a) - \frac{M_{r-1} - M_{r-2}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P.a,$$

$$D_r = \frac{M_{r+1} - M_r}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P(l-a) - \frac{M_r - M_{r-1}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P.a,$$

$$D_{r+1} = \frac{M_{r+2} - M_{r+1}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P(l-a) - \frac{M_{r+1} - M_r}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{\frac{1}{2}} P.a,$$

Mit diesen Werthen von D_{r-1} , D_r und D_{r+1} erhält man:

$$2 y_r - y_{r-1} - y_{r+1} =$$

$$= \frac{1}{\gamma.F.l} [-M_{r-2} + 4 M_{r-1} - 6 M_r + 4 M_{r+1} - M_{r+2} + 2(S_{r+1}' + S_r) - S_r' - S_{r+2}' - S_{r-1} - S_{r+1}].$$

Hiermit geht Gleichung I) nach entsprechender Reduction über in:

$$\begin{aligned} M_{r-2} \omega + M_{r-1} (1 - 4 \omega) + M_r (4 + 6 \omega) + M_{r+1} (1 - 4 \omega) + M_{r+2} \omega &= \left\{ \dots \dots \dots \text{C).} \right. \\ &= \omega [2(S_{r+1} + S_r) - S_r' - S_{r+2}' - S_{r-1} - S_{r+1}] - \frac{N_r' + N_{r+1}}{l} \end{aligned}$$

Endlich ist:

$$\begin{aligned} D_{n-2} &= V_{n-1}^0 - V_{n-2}^1, \\ D_{n-1} &= V_n^0 - V_{n-1}^1, \end{aligned}$$

oder da:

$$V_{n-1}^0 = \frac{M_{n-1} - M_{n-2}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{l-1} P(l-a),$$

$$V_{n-2}^1 = \frac{M_{n-2} - M_{n-3}}{l} - \frac{1}{l} \sum_0^{l-2} P.a,$$

$$V_n^0 = -\frac{M_{n-1}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^l P(l-a),$$

$$V_{n-1}^1 = \frac{M_{n-1} - M_{n-2}}{l} - \frac{1}{l} \sum_0^{l-1} P.a,$$

$$D_{n-2} = \frac{M_{n-1} - M_{n-2}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{l-1} P(l-a) - \frac{M_{n-2} - M_{n-3}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{l-2} P.a,$$

$$D_{n-1} = -\frac{M_{n-1}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^l P(l-a) - \frac{M_{n-1} - M_{n-2}}{l} + \frac{1}{l} \sum_0^{l-1} P.a.$$

Mit diesen Werthen von D_{n-2} und D_{n-1} erhält man:

$$2 y_{n-1} - y_{n-2} = \frac{1}{\gamma F l} [-M_{n-3} + 4 M_{n-2} - 5 M_{n-1} + 2 (S_n' + S_{n-1}) - (S_{n-1}' + S_{n-2})].$$

Hiermit geht Gleichung III) mit der Abkürzung A) über in:

$$M_{n-3} \omega + M_{n-2} (1 - 4 \omega) + M_{n-1} (4 + 5 \omega) = \omega [2 (S_n' + S_{n-1}) - S_{n-1}' - S_{n-2}] - \frac{N_{n-1}' + N_n}{l} \quad \text{D)}.$$

Man hat somit für den ganzen Träger das nachstehende System von Gleichungen:

$$M_1 (4 + 5 \omega) + M_2 (1 - 4 \omega) + M_3 \omega = \omega [2 (S_2' + S_1) - S_1' - S_2] - \frac{N_1' + N_2}{l},$$

$$M_1 (1 - 4 \omega) + M_2 (4 + 6 \omega) + M_3 (1 - 4 \omega) + M_4 \omega = \omega [2 (S_3' + S_2) - S_2' - S_1' - S_1 - S_3] - \frac{N_2' + N_3}{l},$$

$$M_1 \omega + M_2 (1 - 4 \omega) + M_3 (4 + 6 \omega) + M_4 (1 - 4 \omega) + M_5 \omega = \omega [2 (S_4' + S_3) - S_3' - S_2' - S_2 - S_4] - \frac{N_3' + N_4}{l},$$

.....
.....
.....

$$\begin{aligned} M_{r-2} \omega + M_{r-1} (1 - 4 \omega) + M_r (4 + 6 \omega) + M_{r+1} (1 - 4 \omega) + M_{r+2} \omega = \\ = \omega [2 (S_{r+1}' + S_r) - S_r' - S_{r+2}' - S_{r-1} - S_{r+1}] - \frac{N_r' + N_{r+1}}{l}, \end{aligned}$$

.....
.....
.....

$$\begin{aligned} M_{n-5} \omega + M_{n-4} (1 - 4 \omega) + M_{n-3} (4 + 6 \omega) + M_{n-2} (1 - 4 \omega) + M_{n-1} \omega = \\ = \omega [2 (S_{n-2}' + S_{n-3}) - S_{n-3}' - S_{n-1}' - S_{n-3} - S_{n-2}] - \frac{N_{n-3}' + N_{n-2}}{l}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{n-4} \omega + M_{n-3} (1 - 4 \omega) + M_{n-2} (4 + 6 \omega) + M_{n-1} (1 - 4 \omega) = \\ = \omega [2 (S_{n-1}' + S_{n-2}) - S_{n-2}' - S_n' - S_{n-2} - S_{n-1}] - \frac{N_{n-2}' + N_{n-1}}{l}, \end{aligned}$$

$$M_{n-3} \omega + M_{n-2} (1 - 4 \omega) + M_{n-1} (4 + 5 \omega) = \omega [2 (S_n' + S_{n-1}) - S_{n-1}' - S_{n-2}] - \frac{N_{n-1} + N_n}{l}.$$

Liegt der continuirliche Träger an seinen Enden nicht auf festen Punkten, sondern ebenfalls auf Pontons vom Horizontalschnitt F auf, so bleibt Gleichung I) unverändert, an Stelle der Gleichungen II) und III) treten dagegen:

$$4 M_1 + M_3 = \frac{6 E I}{l^2} (2 y_1 - y_2 - y_n) - \frac{N_1' + N_2}{l} \quad \text{II a)}$$

und

$$M_{n-2} + 4 M_{n-1} = \frac{6 E I}{l^2} (2 y_{n-1} - y_{n-2} - y_n) - \frac{N_{n-1}' + N_n}{l} \quad \text{III a)}.$$

Da jedoch:

$$2 y_1 - y_2 - y_n = \frac{1}{\gamma F} \left(\frac{2 (M_2 - 2 M_1)}{l} + \frac{2 (S_2' + S_1)}{l} - \frac{M_3 - 2 M_2 + M_1}{l} - \frac{S_3' + S_2}{l} - \frac{M_1}{l} - \frac{S_1}{l} \right),$$

so geht Gleichung II a) über in:

$$M_1 (4 + 6 \omega) + M_2 (1 - 4 \omega) + M_3 \omega = \omega [2 (S_1 + S_2') - S_1' - S_2 - S_3] - \frac{N_1' + N_2}{l} \quad \text{Ba)}.$$

Ferner ist:

$$2 y_{n-1} - y_{n-2} - y_n =$$

$$= \frac{1}{\gamma \cdot F} \left(2 \frac{M_{n-1} + M_{n-2}}{l} + 2 \cdot \frac{S_n' + S_{n-1}}{l} - \frac{M_{n-1} - 2 M_{n-2} + M_{n-3}}{l} - \frac{S_{n-1}' + S_{n-2}}{l} - \frac{M_{n-1}}{l} - \frac{S_n}{l} \right),$$

womit Gleichung III a) übergeht in:

$$M_{n-3} \omega + M_{n-2} (1 - 4 \omega) + M_{n-1} (4 + 6 \omega) = \omega [2 (S_n' + S_{n-1}) - S_{n-1}' - S_{n-2} - S_n] - \frac{N_{n-1}' + N_n}{l} \quad \text{D a).}$$

Die Belastung kann als gleichmässig vertheilt mit p per Längeneinheit und felderweise vorrückend angenommen werden, da die Verschiebung der Belastung innerhalb zweier Stützen eine zwar wohl merkbare, aber bei der grossen Anzahl der Felder für den ganzen Träger kaum in Betracht kommende Aenderung des Endresultates (Bestimmung der Maximalmomente und Maximalschubkräfte) zur Folge haben kann. Unter diesen Voraussetzungen wird dann:

$$N_r' = \frac{1}{l} \int_0^1 (l-a) (l+a) p \cdot a \cdot da = \frac{p l^2}{4},$$

$$N_{r+1} = \frac{1}{l} \int_0^1 p (l-a) (2l-a) a \cdot da = \frac{p l^2}{4},$$

somit

$$N_r' = N_{r+1};$$

ferner:

$$S_r = \int_0^1 p \cdot a \cdot da = \frac{p l^2}{2},$$

$$S_r' = \int_0^1 p (l-a) da = \frac{p l^2}{2},$$

also auch

$$S_r = S_r'.$$

Aus dem obigen allgemeinen Gleichungssysteme folgen als Specialfälle sofort die Beziehungen zwischen den Stützenmomenten eines continuirlichen Trägers mit festen, gleichhohen Stützen, indem man mit $F = \infty$, $\omega = 0$ setzt. Setzt man dagegen $F = 0$, $\omega = \infty$, so erhält man durch Auftragen der aus obigen Gleichungen sich ergebenden Werthe der M die Momente des frei aufliegenden Trägers.

Mit diesen modificirten Clapeyron'schen Gleichungen ist die Grundlage für eine neue Berechnung und Construction von Schiffbrücken, insbesondere von Eisenbahn-Schiffbrücken geschaffen. Die Nachteile der zur Zeit üblichen Constructionen, welche aus einer Reihe einzelner frei aufliegender Träger angeordnet sind, deren jeder über 2 oder 3 Pontons weglaufend mit den benachbarten Trägern durch laschenartige Verbindungen zusammengehängt ist, dürften durch das System mit continuirlichem Träger wesentlich verringert werden, indem dasselbe zunächst einer absolut genauen Berechnung zugänglich ist, sodann die Lasten auf sämtliche Pontons vertheilt und eben dadurch bei verhältnissmässig geringer Eintauchung den Verkehr mit grösseren Lasten ermöglicht. Sollten dagegen Schifffahrt oder Eisgänge ein zeitweiliges Abführen der Brücke erheischen, so würde dieselbe constructiv in mehrere, mindestens 5 Pontons umfassende Abtheilungen zu zerlegen sein, die an ihren Enden gelenkartig mit einander zu verbinden wären, wodurch mit einer Druckvertheilung auf eine grössere Anzahl von Pontons zugleich das leichte Abführen eines Theiles oder der ganzen Brücke ermöglicht wäre.

Rastatt, Mai 1880.

Geometrische Lösung des Problems der zwei Punkte.

Von

Prof. Ant. Schell.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 30.)

Das Problem der zwei Punkte besteht darin, aus der bekannten Lage zweier unzugänglicher Punkte die Lage zweier zugänglicher Punkte durch eine in den letzteren auszuführende Winkelmessung zu bestimmen.

Die Lösung dieser Aufgabe ist je nach der Art der Winkelmessung verschieden, und kann sowohl geometrisch, als auch trigonometrisch und analytisch geschehen.

Eine äusserst einfache und elegante Lösung der Aufgabe, aus der bekannten Entfernung zweier unzugänglicher Punkte und den an beiden zugänglichen Punkten gemessenen Winkeln die Lage der letzteren durch Construction zu finden, wurde bereits im Jahre 1841 von Thomas Clausen in den „Astronomischen Nachrichten“ Bd. 18, Nr. 430 veröffentlicht.

Im vorliegenden Falle will ich mich darauf beschränken, zu zeigen, wie dieses Problem mit dem Messtische ohne Anwendung des Zirkels auf geometrischem Wege gelöst werden kann.

Ist in Fig. 1 ab das Bild einer unzugänglichen Geraden AB auf dem Messtische gegeben, und soll das Bild cd der zugänglichen Geraden CD ermittelt werden, so handelt es sich darum, mit Hilfe der gegebenen Seite ab und den in den Punkten C und D graphisch bestimmten Winkeln $ACB = \alpha$, $BCD = \beta$, $ADC = \gamma$ und $ADB = \delta$ auf dem Messtische ein Viereck $abcd$ zu verzeichnen, welches dem Vierecke $ABCD$ auf dem Felde ähnlich ist.

Um zunächst die Richtung der Geraden cd auf dem Messtischblatte zu erhalten, stelle man den Messtisch in dem Punkte C horizontal, lege das Diopterlineal an die gegebene Gerade ab an, und drehe das Messtischbrett so lange, bis der Punkt b (Fig. 1) nach dem gleichnamigen Punkte B auf dem Felde gerichtet ist; hierauf visire man von a nach dem Punkte D , und ziehe den Rayon ax_1 , wodurch sich der Gesichtswinkel $BCD = bax_1 = \beta$ ergibt, unter welchem die Punkte B und D auf dem Felde vom Standpunkte C des Messtisches erscheinen, da bei der graphischen Verzeichnung dieses Winkels die Parallaxe des Messtisches gar nicht in Betracht kommt. Alsdann lege man das Diopterlineal abermals scharf an die Linie ab an, drehe das Messtischbrett so lange, bis der Punkt a (Fig. 2) dem gleichnamigen Punkte A auf dem Felde zugekehrt ist, visire von b nach D , und ziehe den Rayon bx_2 , wodurch $\angle ACD = abx_2 = \alpha + \beta$ wird. Die Rayons ax_1 und bx_2 schneiden sich in dem Punkte m , welcher der zu suchenden Geraden cd angehört. Ist diese Operation in dem Punkte C ausgeführt, so wird der Messtisch nach dem Punkte D übertragen, daselbst horizontal gestellt, und auf ähnliche Weise $\angle ADC = aby_1 = \gamma$

und $\angle BDC = bay, = \gamma + \delta$ (Fig. 3) mit dem Diopterlineale verzeichnet, nachdem man früher beim Verlassen des Standpunctes C denselben durch eine Messfahne oder durch einen Absteckstab bezeichnet hat. Der durch den Schnitt der Rayons by_1 und ay_1 sich ergebende Punct n gibt in Verbindung mit m die Richtung der zu bestimmenden Geraden cd , und kann zur Orientirung des Messtisches in dem Standpuncte D verwendet werden. Um dies einzusehen, denke man sich über der gegebenen Geraden ab als Sehne (Fig. 3), und den Puncten m und n je einen Kreis construirt, und die Schnittpuncte c und d der Orientirungslinie mn mit dem Kreise abm und abn bestimmt. Die so erhaltene Gerade cd entspricht dem Bilde der Geraden CD auf dem Felde. Denn die Verbindungslinie der Puncte c und d mit den gegebenen Puncten a und b gibt, wie die Fig. 3 zeigt:

$$\begin{aligned}\angle acb &= amb = \alpha, \\ \angle bcd &= bam = \beta, \\ \angle adc &= abn = \gamma, \\ \angle bda &= bna = \delta.\end{aligned}$$

Ist die Richtung mn der zu suchenden Geraden durch die früher angegebene Messtisch-Operation bekannt, so kann die Grösse und Lage derselben mittelst des Diopterlineals dadurch erhalten werden, dass man den Messtisch mit Hilfe der gegebenen Geraden mn nach dem Puncte C orientirt, und den Punct d durch Seitwärtsabschneiden von den der Lage nach bekannten Puncten a und b bestimmt und controlirt. Die Lage des Punctes c kann auf mehrfache Weise bestimmt werden.

1. Bezeichnet in Fig. 3 z den Schnittpunct der Geraden ab und cd , so geben die Geraden az und cz , welche die früher erwähnten beiden Kreise schneiden, die Relationen:

$$\begin{aligned}az \cdot bz &= cz \cdot mz, \\ az \cdot bz &= dz \cdot nz,\end{aligned}$$

woraus folgt:

$$cz : dz = nz : mz \quad \dots \dots \dots (1).$$

Der Punct c ist demnach auf der Geraden mn so auszumitteln, dass er der Proportion (1) entspricht. Zu diesem Behufe ziehe man durch den bereits erhaltenen Punct d auf dem Messtischblatte mit Hilfe eines entfernt liegenden Objectes eine Parallele zu mb , wodurch die gegebene Gerade ab in dem Puncte o geschnitten wird; die durch letzteren parallel zu bn gezogene Gerade schneidet alsdann die Orientirungslinie mn in dem zu bestimmenden Puncte c . Denn aus den ähnlichen Dreiecken $b m z$ und $o d z$, sowie $b n z$ und $o c z$ ergibt sich:

$$\begin{aligned}bz : oz &= mz : dz, \\ bz : oz &= nz : cz,\end{aligned}$$

woraus die der Relation (1) entsprechende Proportion folgt:

$$cz : dz = nz : mz$$

2. Legt man das Diopterlineal an die gegebenen Puncte a und b an, und dreht alsdann das Messtischbrett so lange, bis das Object A von der Visirlinie getroffen wird, so lässt sich an diese Richtung in dem Puncte b der Winkel $abx_1 = \alpha + \beta$ auf dem Felde abstecken, indem man das Diopterlineal an die Linie bx_1 anlegt und diese Richtung durch eine in entsprechender Entfernung eingesteckte Messfahne bezeichnet. Ueberträgt man den $\angle abx_1 = ADM$ an die Orientirungslinie mn , indem man letztere durch Drehung des Messtischbrettes in die Richtung DM bringt, so lässt sich der Scheitel dieses Winkels, welcher mit dem zu suchenden Puncte c identisch ist, durch Seitwärts-

abschneiden von A unmittelbar bestimmen. Wie die Fig. 3 zeigt, hätte man zur Bestimmung der Lage des Punctes c auch die Winkel $dbm = can$ oder $d am = cbn$ verwenden können.

3. Will man die Construction von Parallelen oder das Ausstecken eines Winkels, welche Operationen stets mehr oder weniger umständlich und ungenau sind, vermeiden, so kann man sich zur Bestimmung der Lage des ersten Standpunctes mit grossem Vortheile des von dem Oberstlieutenant des Generalstabs-Corps Emil Ritter von Arbter construirten Arcographen bedienen, welcher ähnlich wie der Einschnidezirkel von Bauernfeind, das Ziehen von Kreisen gestattet, welche entweder durch drei gegebene Puncte gehen, oder durch eine Sehne und den dazu gehörenden Peripheriewinkel bestimmt sind.

Der Arcograph, welcher durch seine einfache Construction auch das Uebertragen von Winkeln mit grosser Genauigkeit gestattet, besteht, wie die Fig. 4 zeigt, aus zwei messingenen, nach innen abgeschrägten Linealen, welche sich um ein zirkelkopfähnliches Charnier drehen, und durch eine kleine Druckschraube d in jeder beliebigen Lage zwischen 0° und 180° feststellen lassen. Der Drehungspunct c beider Lineale ist in einem, vom Charnierkopfe eingeschlossenen, ebenen Glasplättchen durch eine feine conische Oeffnung markirt, in welche die Spitze eines harten Bleistiftes gesteckt werden kann, und liegt um die halbe Dicke einer feinen Anschlagadel ausserhalb der Ziehkanten.

Sind a, b, c die Puncte, durch welche ein Kreis k k_1 gezogen werden soll, so befestige man zunächst in a und b Anschlagadeln, und verschiebe bei geöffneter Druckschraube den Arcographen so lange, bis die Oeffnung des Glasplättchens genau mit dem Puncte c zusammenfällt und die beiden Ziehkanten die Anschlagadeln sanft berühren. Hierauf wird die Druckschraube vorsichtig angezogen, durch die conische Oeffnung des Glasplättchens die Spitze eines harten Bleistiftes gesteckt und der ganze Apparat derart bewegt, dass die beiden Ziehkanten die Anschlagadeln stets berühren, in welchem Falle der sanft auf die Papierfläche gedrückte Bleistift den gewünschten Kreisbogen verzeichnet.

Um mit dem Arcographen den Punct c auf der Orientirungslinie mn mit aller Schärfe zu erhalten, fasse man auf die eben angedeutete Weise den $\angle amb = \alpha$ zwischen den Ziehkanten und lege dieselben scharf an die gegebenen Puncte a und b so an, dass gleichzeitig der in dem Glasplättchen markirte Punct genau auf die Orientirungslinie mn zu liegen kommt. Der in dem Glasplättchen liegende Scheitel wird sodann pikirt, und entspricht dem ersten Standpuncte des Messtisches.

Entwicklung und Bau des deutschen Kriegshafens Wilhelmshaven.

Vortrag, gehalten im österr. Ingenieur- und Archit.-Vereine

von

M. Kulka, Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 29.)

A. Allgemeines.

Das Terrain, auf welchem der erste Kriegshafen Deutschlands nahezu vollendet dasteht und eine ansehnliche, mit allen modernen Einrichtungen versehene Stadt sich aus-

breitet, ist an der Nordsee, an der schmalsten Stelle des Jadebusens gelegen und war noch vor 26 Jahren ein zerrissenes wüstes Grodenland, welches dem Grossherzogthume Oldenburg gehörte.

Am 20. Juli 1853 wurde zwischen Preussen und Oldenburg ein Vertrag geschlossen, dem zufolge Oldenburg das zur Anlage eines preussischen Kriegshafens erforderliche, circa 600 Hektar grosse Gebiet diesseits und jenseits der Jade mit allen Hoheitsrechten an Preussen abtrat. Am 15. Februar 1854 erfolgte die Publication dieses Vertrages und am 23. November desselben Jahres wurde an Ort und Stelle der officiële Act der Uebergabe und Uebernahme vollzogen.

Von diesem Tage datirt der Anfang Wilhelmshavens, damals Heppens genannt, nach dem nördlich angrenzenden oldenburgischen Dorfe gleichen Namens. Der Name Wilhelmshaven wurde dem preussischen Jadegebiete erst am 17. Juni 1869, also vor circa 11 $\frac{1}{2}$ Jahren gegeben, an welchem Tage der officiële Taufact im Beisein des Königs von Preussen erfolgte.

Die Entwicklung der Stadt und des Hafens ging in den ersten 12 Jahren, bis zum Jahre 1867, nur äusserst langsam von Statten, trotz der grossen Energie und der bedeutenden Opfer, welche Preussen diesem Unternehmen zu Theil werden liess. Es waren in der dortigen Gegend alle ungünstigen Momente in hohem Maasse vereinigt, deren Beseitigung nur successive erfolgen konnte, und welche zunächst eine rege Bauthätigkeit nicht zulieszen. Der Mangel von Strassen und Eisenbahnen, das mit grossen Schwierigkeiten verbundene Landen von Fahrzeugen, der äusserst schlechte Baugrund, das ungesunde Klima, das Fehlen von Trinkwasser und die grossen Entbehrungen, welche die dortigen Bewohner erdulden mussten, waren Ursache, das einestheils die in Angriff genommenen Hafenanlagen nur schwer und mühsam vorwärts kamen, andernteils das Ansiedeln wenig verlockend war.

Die Wege, welche damals in die Nähe des heutigen Kriegshafens führten, waren sogenannte Klaiwege, welche circa 8 Monate im Jahre selbst für leichtes Fuhrwerk unpassirbar sind, indem schon ein mehrstündiger mässiger Regen genügt, diese Wege für viele Tage grundlos und unfahrbar zu machen. Eisenbahnen bestanden im Grossherzogthume Oldenburg selbst in der ersten Hälfte der 60er Jahre noch nicht; die erste circa 6 Meilen lange Bahnstrecke von Bremen nach Oldenburg wurde erst am 15. Juli 1867 eröffnet.

Preussen hatte sich zwar im Kriegshafen-Vertrage vom 20. Juli 1853 verpflichtet, eine Bahn vom Marine-Etablissement an der Jade nach Oldenburg und von da in südlicher Richtung zum Anschlusse an die Köln-Mindener Bahn, etwa nach der preussischen Festung Minden, auf eigene Kosten zu erbauen; die Ausführung wurde jedoch trotz des guten Willens seitens Preussens und trotz des Drängens seitens Oldenburgs durch die hartnäckige Weigerung des damaligen Königreiches Hannover vereitelt, welches die Concession für die auf hannoverisches Gebiet fallende Bahnstrecke nicht ertheilen wollte. In Hannover hatte der Besitzwechsel des Jadegebietes, die Anlage eines neuen

preussischen Kriegshafens an der Nordsee eine gewisse Missstimmung und Erbitterung gegen die beiden Vertragsstaaten erzeugt, und hauptsächlich aus diesem Grunde blieben die mehr als 10 Jahre gepflogenen, wiederholt eingeleiteten und abgebrochenen Verhandlungen stets erfolglos. Erst im Jahre 1866, nachdem Hannover eine preussische Provinz geworden, konnte der Bahnbau in Angriff genommen werden und wurde derselbe dann mit solcher Energie betrieben, dass ungeachtet sehr ungünstiger Witterung die circa sieben Meilen lange Strecke Heppens-Oldenburg nach kaum einjähriger Bauzeit bis auf nebensächliche Arbeiten fertig war und am 3. September 1867 dem öffentlichen Verkehre übergeben werden konnte. Das preussische Jadegebiet war nunmehr durch die Vollendung dieser Bahn und ihrer kurz vorher eröffneten Fortsetzung bis Bremen mit den Schienenwegen Deutschlands verbunden und hierdurch diesem selbst näher gebracht.

Der fördernde Einfluss dieser Bahnverbindung auf die Entwicklung der im Entstehen begriffenen Stadt und die Belebung der Bauthätigkeit übertraf bei Weitem die diesbezüglich gehegten Erwartungen und kennzeichnet sich am auffallendsten durch die rasche Zunahme der Bevölkerung.

Im Jahre 1855 zählte das ganze Jadegebiet nur 218 Bewohner; 1870 betrug die Einwohnerzahl bereits circa 6000, und gegenwärtig sind in Wilhelmshaven, die circa 2000 Mann starke Militär-Besatzung mitgerechnet, schon über 12.000 Personen ansässig. Hierzu kommt noch, dass auch die umliegenden, auf oldenburgischem Gebiete gelegenen Ortschaften in ähnlicher Weise eine Zunahme der Bevölkerung aufweisen.

Während Wilhelmshaven bis zum Jahre 1867 nur wenige, zerstreut liegende Häusergruppen aufzuweisen hatte, besitzt es gegenwärtig bereits vollständig ausgebaute Strassen mit zusammen 893 Gebäuden; hiervon sind 368 fiscalische Wohngebäude mit 1205 Wohnungen, 365 Privatgebäude mit 857 Wohnungen und 160 öffentlichen Zwecken dienende Gebäude, wie Casernen, Magazine, Werkstätten, Schulen, Bureaux etc.

Was die socialen Zustände Wilhelmshavens betrifft, so sind dieselben abnormal und von denen anderer Städte auffallend verschieden. Durch das Dominiren der Officiere und Beamten, sowie dadurch, dass der dem Marineverbande nicht angehörige Theil der Bevölkerung nahezu ausschliesslich durch die Marine ihren Erwerb findet, hat die Stadt den ausgesprochenen Charakter einer Militär- und Beamtenstadt, und ist daselbst ein Kastengeist und ein Etikettensinn ausgebildet, wie er anderswo kaum vorkommen dürfte.

Der Officier- und höhere Beamtenstand, die subalternen Beamten, der aus Kaufleuten und Gewerbetreibenden bestehende Bürgerstand und die Arbeiter-Bevölkerung bilden vier Classen, die sich im Privatverkehre strenge von einander scheiden. Wilhelmshaven wurde sogar bis vor wenigen Jahren weit und breit als unsicher und unsolide verschrien. Dieser Ruf war in der That nicht ganz ungerechtfertigt, jedoch durch die Entstehungsgeschichte der Stadt und die Zusammensetzung seiner Einwohner wesentlich bedingt und begründet.

Die sogenannte bürgerliche Bevölkerung Wilhelmshavens, die Kaufleute und Handwerker, welche sich daselbst successive angesiedelt haben, sind aus allen Gegenden Deutschlands zusammengekommen und bestanden aus den heterogensten Elementen, verschieden in Lebensweise, Gewohnheiten, Bildung und Gesittung. Die 1500—2000 Arbeiter, welche in den 60er und Anfangs der 70er Jahre in Wilhelmshaven Beschäftigung suchten und fanden, gehörten theilweise jenem mittellosen Proletariat an, das von der Hand in den Mund lebt. Der bessere Arbeiter, der Arbeiter mit Familie suchte Wilhelmshaven nur ungern auf, da er dort eine passende Wohnung kaum finden konnte und in der Regel gezwungen war, ein Nomadenleben zu führen. Auch die Beamten, welche um die genannten Jahre nach Wilhelmshaven commandirt wurden, betrachteten dies als eine harte Strafe und bemühten sich um ihre baldige Versetzung, weil sie dort selbst bei den bescheidensten Ansprüchen mit Entbehrungen aller Art zu kämpfen hatten. Kein Wunder also, dass unter solch' primitiven, menschlichen Bedürfnissen wenig zusagenden Verhältnissen ein gedeihliches Entwickeln und geregelte Zustände nicht Platz greifen konnten, dass eine Annäherung, ein Verkehr unter den gegenseitig fremden Bewohnern nur sporadisch vorkam, und dass man dieser zusammengewürfelten Gesellschaft von auswärts wenig Vertrauen entgegenbrachte.

Die preussische Regierung hat das Unhaltbare derartiger Zustände rechtzeitig erkannt, und keine Opfer gescheut, die vorhandenen Mängel zu beseitigen und geordnete, den Bedürfnissen und Wünschen der Bevölkerung zusagende Einrichtungen zu schaffen.

Um einen soliden, tüchtigen Arbeiterstand heranzuziehen und zu erhalten, wurden in den Jahren 1865—1878 zahlreiche Arbeiterwohnhäuser erbaut, in welchen die verheirateten, permanent beschäftigten Arbeiter gegen einen mässigen Miethzins Wohnungen bekamen. Die bis zum Jahre 1872 hergestellten Wohngebäude für Arbeiter liegen sämtlich in unmittelbarer Nähe der Werft und sind meist casernenartige Bauten, welche gruppenweise die gleiche Bauart, das gleiche Aussehen und dieselbe innere Eintheilung haben. Diese Häuser enthalten je 8—24 Familien-Wohnungen, deren jede aus Stube, Kammer und Küche, mit zugehörigem Keller, Boden- und Stallraum besteht.

Die vielen Nachtheile und Unzukömmlichkeiten, welche das massenhafte Beisammenwohnen der meist mit zahlreicher Familie gesegneten Arbeiter mit sich brachte, veranlasste die Behörde, das bis zum Jahre 1872 befolgte Princip der Casernenbauten aufzugeben. In den Jahren 1873—1878 wurde auf grossherzoglich oldenburgischem Gebiete, circa 2^{km} von der Werft entfernt, eine Arbeiter-Colonie gegründet, welche bis 1879 unter dem Namen Belfort zur oldenburgischen Gemeinde Neuenke gehörte, seither jedoch unter dem Namen Baut eine selbständige Gemeinde bildet. Diese Colonie hat 246 gleiche, ebenerdige, fiscalische Wohngebäude, von denen jedes zwei separat zugängliche, symmetrisch gelegene Arbeiterwohnungen mit dahinter befindlichem kleinen Gärtchen enthält.

Da die dort wohnenden Arbeiter wegen der grossen Entfernung von der Werft nicht in der Lage waren, in der

einstündigen Mittagspause nach Hause zu gehen, wurde unmittelbar vor dem Haupteingange zur Werft ein für circa 800 Personen ausreichendes Speisehaus errichtet, in welchem die Arbeiter entweder gegen mässige Vergütung Kost erhalten, oder das von den Angehörigen gebrachte Mittagessen verzehren können. Diese an und für sich wohlthuende Einrichtung konnte jedoch durch die vielen damit verbundenen Nachtheile weder die Behörde noch die Arbeiter vollends befriedigen. Um die Mittagsstunde kamen nahezu sämtliche Frauen von Belfort, mit Säuglingen und Esskörben bepackt, und liessen sich je nach der Witterung im Freien oder im Speisehause nieder, um ihre Männer zu erwarten und mit ihnen gemeinschaftlich das Mittagbrod einzunehmen. Hierdurch war für die Arbeiterfrauen ein Zeitverlust von mindestens zwei Stunden bedingt; die Mahlzeit selbst konnte nur in der primitivsten Weise und nicht mit jener Ruhe und Behaglichkeit vor sich gehen, wie dies zu Hause möglich ist. Diese Umstände bewogen die Marine-Behörde, die Einführung von Arbeiterzügen anzustreben, um den Arbeitern die Möglichkeit zu bieten, die Mittagsstunde im Kreise der Angehörigen zuzubringen. Es wurde diesbezüglich ein Abkommen mit der grossherzoglich oldenburgischen Eisenbahn-Direction vereinbart, und seit Herbst vorigen Jahres verkehrt an jedem Werktag um 12 Uhr Mittag ein mit circa 600 Personen besetzter Arbeiterzug von der Werft nach Belfort und um 1 Uhr wieder zurück. Die Wagen dieses Zuges gehören der Werft und sind zur Aufnahme von je 120 Personen bestimmt, von denen etwa $\frac{1}{4}$ sitzen können. Des Morgens und Abends hingegen müssen die Arbeiter nach wie vor zu Fuss gehen.

Die sanitären Zustände Wilhelmshavens waren bis zu Ende der 60er Jahre höchst ungünstig. In Folge der gesundheitsschädlichen Ausdünstungen aus den vielen vorhandenen Putten und Baugruben, sowie wegen des Fehlens von Trinkwasser kamen ungewöhnlich viele Krankheiten vor, namentlich bei der arbeitenden Classe. Von ihrer Gesamtzahl erkrankten 25—30% und etwa $\frac{1}{4}$ aller Erkrankungen entfielen auf das Fieber, welches beinahe durchwegs einen heftigen, acuten Charakter hatte.

Gegenwärtig gilt Wilhelmshaven als einer der gesündesten Hafenplätze der deutschen Küste, indem das Fieber seinen bösartigen Charakter vollständig verloren hat, und die Zahl der Erkrankungen auf 4—5% herabgesunken ist. Diese auffallende Besserung der sanitären Verhältnisse wurde wesentlich dadurch erzielt, dass:

1. die mit organischen Substanzen stark vermengte oberste Bodenschichte mit Sand überdeckt wurde,
2. durch die Anlage einer gut functionirenden, unterirdischen Entwässerung und
3. durch die ausgiebige Versorgung mit gutem Trinkwasser.

ad 1. Die Aufhöhung des Terrains beträgt durchschnittlich 1—1 $\frac{1}{4}$ m und erstreckt sich auf das ganze Stadtgebiet mit Ausnahme des nördlich der Werft gelegenen Stadttheiles Neuheppens, wo die ersten Ansiedlungen erfolgten, und welcher bei Beginn der Anschüttungsarbeiten bereits theilweise verbaut war. Der zur Aufhöhung erforderliche Sand wurde zum Theile aus den Baugruben für

das Hafenbassin entnommen, zum Theile von der oldenburgischen Eisenbahndirection geliefert, welche zu diesem Zwecke ein bei der Bahnstation Heidmühle, 16^{km} von Wilhelmshaven, belegenes Grundstück erworben und ausgeschachtet hat. Die oldenburgische Bahndirection hat über 500.000^{kbm} Sand für die Aufschüttung angefahren.

Die Bodenbeschaffenheit Wilhelmshavens wurde bis auf 280^m Tiefe durch Bohrungen ermittelt.

Die oberste circa 2^m starke Schichte ist ein sandhaltiger, mit organischen Substanzen vermengter Thon, Klai genannt. Darunter liegt eine aus Rohr- und Schilfüberresten bestehende Torfschichte von etwa $\frac{1}{2}$ ^m Stärke und darauf folgt eine nahezu 2 $\frac{1}{2}$ ^m mächtige, eisenoxyduloxydhaltige Thonschichte. Unter dieser Thonschichte, etwa 1^m unter normaler Ebbe, beginnt der tragfähige Sand, ein feiner blaugefärbter Quarzsand, der mit zunehmender Tiefe gröber und weisser wird. Sämmtliche Privatbauten, sowie die untergeordneten fiscalischen Gebäude sind entweder direct oder mit Einschaltung einer Sandbettung auf der Thonschichte aufgeführt, während die bedeutenderen fiscalischen Bauten auf Pfahlroste ruhen, deren Pfähle 6—8^m in die Sandschichte gerammt sind.

ad 2. Die Entwässerungsanlage Wilhelmshavens theilt sich in eine nördliche und eine südliche, und jede derselben besteht aus gemauerten Hauptcanälen mit eiförmigen, schließbaren Profilen und aus Nebencanälen, welche aus glasirten Thonröhren gebildet sind. Der Hauptsammelcanal für die Entwässerung des nördlichen Stadtgebietes und ebenso der für die südliche Stadtentwässerung mündet je in ein Spülbassin, welches nördlich, respective südlich der Stadt ausgehoben ist, und zwar auf der Binnenseite der zum Schutze gegen die Hochfluthen längs der Küste aufgeführten Erdwälle. Die beiden Spülbassins nehmen den Inhalt des zugehörigen Canalnetzes auf und führen denselben selbstthätig durch die in den Schutzdämmen hergerichteten Siele dem Meere zu. Die selbstthätige Entleerung ist durch die Ebbe- und Fluthverhältnisse ermöglicht und geschieht in der Weise, dass die nach aussen aufgehenden Sielthore sich für den Abfluss aus dem Spülbassin öffnen, wenn das darin angestaute Wasser höher steht, als das mit Ebbe fallende Wasser der Jade. Das Leerlaufen der Bassins erfolgt während der ganzen Ebbezeit und dauert so lange, bis mit rückkehrender Fluth die Thore durch das raschere Steigen der Jade geschlossen werden. Da Ebbe und Fluth täglich zweimal wechseln, so wiederholt sich auch das Spiel der Füllung und Entleerung der Bassins unter normalen Verhältnissen täglich zweimal. Bei Hochfluthen und gleichzeitig anhaltendem Westwinde kommt es jedoch vor, dass die zweimalige regelmässige Entleerung nicht stattfindet, weil dann keine eigentliche Ebbe eintritt und der niedrigste Ebbestand noch immer höher ist, als der angestaute Wasserstand in den Bassins. Es ist sogar vorgekommen, dass die Sielthore bei Sturmfluthen durch 4 Tiden, das sind 48 Stunden, geschlossen blieben. In diesen, wenn auch seltenen Fällen macht sich ein unangenehmer Rückstau in das Canalnetz bemerkbar und werden die tiefer gelegenen Keller unter Wasser gesetzt. Um diesem Uebelstande, welcher im südlichen Stadtgebiete eingetreten ist, zu begegnen, ist eine derartige Ver-

grösserung der südlichen Entwässerungsbassins in Aussicht genommen, dass selbst unter den ungünstigsten Umständen ein Rückstau vermieden bleibt.

Das Canalnetz wird wöchentlich ein- bis zweimal gespült und ist zu diesem Zwecke mit dem Hafenbassin durch mit Schieber absperrbare Rohrleitungen an mehreren Stellen verbunden. In das Canalnetz, respective in die Sammelbassins darf nur das Regen-, Verbrauchs- und Spülwasser geleitet werden, während für die Aborte das Abfuhrsystem besteht. Der Inhalt derselben wird in hermetisch verschlossenen Eisenbahnwagen per Bahn verfahren und zu landwirthschaftlichen Zwecken verwendet.

ad 3. Von den vielen Schöpfungen, welche die Marine im Interesse der Wilhelmshavener Bevölkerung in's Leben gerufen hat, ist keine mit so aufrichtiger ungetheilte Freude begrüsst worden, als die im Frühjahr 1878 in Betrieb gesetzte Süsswasserleitung. Bis zum Jahre 1867 hatten die Bewohner unter dem Mangel an geniessbarem Wasser sehr viel zu leiden; der Hausbedarf war lediglich auf die in den Kellerräumen der Gebäude befindlichen Cisternen angewiesen, in welche das auf die Dachflächen fallende Niederschlagswasser eingeleitet und gesammelt wurde. Dieses Wasser ist durch den Schmutz und Kohlenstaub der Dächer derart verunreinigt, dass es unter normalen Umständen kaum zu den untergeordnetsten Zwecken würde verwendet werden. Durch die Anlage zweier im Jahre 1867 fertig gestellter artesischer Brunnen von 200 und 280^m Tiefe wurde zwar die Wasser-noth gemildert, aber keineswegs behoben, da die Ergiebigkeit dieser Brunnen, etwa 100^{kbm} in 24 Stunden, selbst für die damalige Einwohnerzahl von kaum 6000 Seelen zu gering war, und die Bevölkerung nach wie vor auf die Cisternen angewiesen blieb. In den Sommermonaten des Jahres 1875 war durch anhaltende Regenlosigkeit ein derartiger Wassermangel eingetreten, dass täglich ein Dampfer das nöthige Wasser aus Bremerhafen holen musste, und dass die oldenburgische Eisenbahn-Direction ihren Beamten das Wasser per Bahn zuführte. Diese Calamitäten veranlassten die Admiralität, ein bereits wiederholt ventilirtes Wasserleitungsproject zur Ausführung zu bringen. Mit den Arbeiten wurde im August 1877 begonnen, und schon Ende März 1878 war die Anlage vollendet und konnte der Betrieb eröffnet werden.

In der wasserreichen Geeß der Gemeinde Feldhausen, unweit der oldenburgischen Haltestelle Heidmühle, sind auf einem von der Marine erworbenen Grundstück drei Brunnen von je 3·6^m lichter Weite und 15·0^m Tiefe auf schmiedeeisernen Brunnenkränzen gesenkt worden. Das Mauerwerk dieser Brunnen besteht aus zwei concentrischen, mit Lochsteinen aufgeführten Ringen, zwischen welchen das aus verschiedenen Kiessorten gebildete Filtermaterial gelagert ist. Am Boden eines jeden Brunnens ist gegen den Sandauftrieb ein Schwellenrost angebracht, welcher mit einer Stein- und Kiesschüttung versehen ist. Aus diesen Brunnen wird das Wasser mittelst zweier 16pferdiger Maschinen gehoben und durch die circa 13^{km} lange Druckrohrleitung dem im Wasserthurme in Wilhelmshaven befindlichen Hochreservoir zugeführt.

Die Maschinen stehen nur mit einem der Brunnen, dem sogenannten Centralbrunnen, in Verbindung; die zwei anderen Brunnen sind mit dem Centralbrunnen durch Flanschrohrleitungen heberartig verbunden, und hierdurch senkt sich der Wasserstand in allen drei Brunnen gleichmässig, wenn aus dem Centralbrunnen Wasser gepumpt wird. Jede Maschine ist im Stande, innerhalb 24 Stunden 1250^{kbm} Wasser in den Wasserturm zu drücken. Die Druckrohrleitung besteht aus 300^{mm} weiten, innen und aussen mit einem Anstrich von Angus Smith'scher Masse versehenen gusseisernen Muffenröhren, welche 1'4^m tief verlegt und mit Hanf und Blei in der gewöhnlichen Weise gedichtet sind. Die Leitung verfolgt bis auf kurze Strecken bestehende Wege, sowohl was Richtung als Gefälle betrifft. An allen höchsten Punkten sind Lufthähne, an den niedrigsten Auslässe angebracht, durch welche die Leitung einmal im Monat gespült wird.

Der Wasserturm in Wilhelmshaven hat eine Höhe von 30^m und einen kreisförmigen Querschnitt, der unten 16^m Durchmesser hat und sich nach oben etwas verjüngt. Der Thurm ist auf einem Pfahlroste fundirt, dessen 10^m lange Pfähle zur besseren Comprimirung des Bodens in concentrischen Ringen von der Peripherie aus gegen die Mitte geschlagen wurden. Der äussere Mantel des Thurmes ist vom inneren Kerne, welcher das Reservoir trägt, vollständig geschieden, damit etwaige Setzungen des ungleich mehr belasteten Kernes den Mantel unbeeinflusst lassen. Die vermuthete Setzung des Kernes ist nach der ersten Füllung des Reservoirs auch wirklich eingetreten; das noch nicht abgebundene Mauerwerk hat sich in sich um circa 2 1/2^{cm} gesetzt. Die stattgehabte Setzung war auch daran erkennbar, dass die am Kerne befestigten aufsteigenden Gasrohre seitlich ausgebogen waren.

Zwischen Mantel und Kern ist ein 90^{cm} breiter Zwischenraum, in welchem die bis an den oberen Rand des Reservoirs führende, im Mantel vermauerte Sandsteintreppe angeordnet ist.

Das Hochreservoir hat bei 9^m Höhe und 11^m Durchmesser einen Inhalt von 850^{kbm}. Es ist aus Eisenblechen zusammengenietet, welche in der unteren Hälfte 13^{mm}, in dem darauf folgenden 1/4 der Höhe 10^{mm} und im oberen Theile 8^{mm} Stärke haben, während der Boden 14 1/2^{mm} stark ist. Das Reservoir liegt mit seinem Boden 16^m über Strassenterrain und ist mit einem aus einzelnen Tafeln bestehenden Bohlenbeleg überdeckt.

Der Maschinist auf dem Brunnenorte ist durch einen elektrischen Wasserstandszeiger jederzeit in den Stand gesetzt, die Wasserhöhe im Reservoir zu erkennen, um hierdurch den Gang der Maschinen zu regeln. Beim zulässig höchsten und ebenso beim zulässig tiefsten Wasserstande ertönt eine Glocke und dieses Signal hält so lange an, bis der Wasserstand um circa 10^{cm} gesunken, respective gestiegen ist.

Für den dienstlichen Verkehr zwischen Wilhelmshaven und der Brunnenstation ist eine Telephonleitung hergestellt, eine der ersten in Deutschland, welche nicht einem Versuche, sondern einem ausgesprochenen Zwecke zu dienen

hatte. Die Leitung ist 19^{km} lang und oberirdisch an dem Gestänge des Reichstelegraphen geführt.

Der Consum aus der neuen Leitung beträgt täglich circa 500^{kbm} und hierfür reicht der Tagesbetrieb mit nur einer Maschine vollkommen aus.

B. Hafenanlagen.

I. Aeltere Anlagen.

Das ausgedehnte Gebiet, auf welchem die grossartigen Bauten der ersten Hafenanlage in den Jahren 1856—1871 aufgeführt wurden und die Erweiterungs- und Neu-Anlagen noch in Ausführung begriffen sind, war vor Beginn des Baues ein zerrissenes, ausserhalb der ursprünglichen Eindeichung gelegenes Watt, welches von den regelmässigen Hochwässern stets überfluthet war. Die Hafenanlagen sind weit in die Jade eingeschnitten und liegen hart an der Fahrinne, welche selbst bei niedrigster Ebbe noch 8^m Wasser hat. Um das gewählte Bauterrain dem Meere abzuräumen, wurden Erddämme hinausgeschüttet, deren Fuss durch eine mit einer breiten Vorlage versehenen Steinschüttung gesichert wurde.

a) Hafeneinfahrt.

Die eigentliche Hafeneinfahrt, den Abschluss des Hafens gegen die See, bilden die unter dem Schutze riesiger Fangdämme erbauten Molen. Es sind dies freistehende, im Mittel 6^m starke Mauern, welche auf einem 8'2^m breiten, 4^m dicken Betonbett zwischen 12'5^m langen und 26^{cm} starken Spundwänden fundirt sind. Die Molen begrenzen das nach der See zu offene 210^m lange und 93^m breite Bassin der Einfahrt und endigen in den sogenannten Molenköpfen, das sind runde, auf Pfahlrost stehende Mauerkörper von 12'5^m Durchmesser. Die Weite der Einfahrtsöffnung zwischen den Molenköpfen beträgt 69'5^m.

b) Seeschleusse.

An die Molen schliesst sich die grosse Seeschleusse an, eine Kammerschleusse, welche aus zwei Häuptern mit je zwei Thorpaaren und aus der zu einem grossen Bassin erweiterten Schleusenkammer, dem Vorhafen, besteht.

Das Aussenhaupt ist 42'7^m lang und ruht auf einem durchgehenden, 3'8^m starken Betonbett von 43'3^m Länge und 38'8^m Breite. Die nutzbare Durchfahrweite in der Thorkammer beträgt 20'7^m und die normale Wassertiefe bis zum Drempe 8'5^m, hinreichend genug, um die grössten Kriegsschiffe durchzuschleussen.

Die Fluththore von je 106.000^{kg} Gewicht und die Ebbethore von je 82.000^{kg} sind als Schwimmthore mit einer geraden und einer gebogenen Wand ganz aus Eisen construiert und werden durch Winden bewegt, welche in ausgesparten Hohlräumen des Mauerwerkes aufgestellt sind.

In ganz ähnlicher Weise wie das Aussenhaupt ist auch das Binnenhaupt construiert. Das ganze Mauerwerk der Häupter, sowie das der Molen und Molenköpfe ist aus hartgebrannten Ziegeln in Trassmörtel hergestellt und mit schwedischem Granit verkleidet.

c) Vorhafen.

Der Vorhafen hat eine trapezförmige Form von 183^m grösster Länge und 125^m Breite und wird von Quaimauern begrenzt, welche ähnlich wie die Molen auf einem mit Spundwänden eingefassten Betonbett fundirt sind. Die Umfassungsmauern des Vorhafens sind mit ihrer Granitabdeckung um 2·5^m tiefer als die Molen und Schleusenhäupter. Dieser Höhenunterschied wird durch steinerne Treppen vermittelt, welche von den Schleusenhäuptern zum Vorhafen hinabführen. Der Vorhafen ist von der Landseite durch einen Binnendeich geschieden, in welchem für die nach aussen führenden Communicationen sogenannte Deichscharte angelegt sind, das sind Durchbrechungen des Deiches, welche durch starke Holzthore verschliessbar sind.

d) Hafencanal.

Westlich vom Binnenhaupte beginnt der zum Hafenbassin der Werft führende 1125^m lange Canal. Derselbe ist in Normal-Wasserhöhe 84^m breit, hat eine Sohlenbreite von 33^m, eine Wassertiefe von 8·5^m und zweifüssige Böschungen, welche bis 1¼^m unter Wasser mit Klinkern abgepflastert sind. Auf der Nordseite des Canals und mit diesem verbunden liegt der Hafen für Bagger, Prähme und Transportfahrzeuge, die nicht für Kriegszwecke bestimmt sind.

e) Bauhafen.

Den eigentlichen Bauhafen bildet das mit Quaimauern eingefasste, auf der Werft gelegene, 8·5^m tiefe Bassin, welches in seinem östlichen an den Hafencanal anschliessenden 230^m langen Theile 75^m Breite hat, während der westliche Theil von 375^m Länge 280^m breit ist. Der Bauhafen hat eine Wasserfläche von 14^{ha}, d. i. circa ¼ des ganzen Werftgebietes und steht mit den an der Westseite erbauten 3 Trocken-Docks und 2 Hellingen in Verbindung. Von der Nordwestecke des Bauhafens führt ein 24^m langer und 8^m breiter Canal in den für kleinere Kriegsfahrzeuge bestimmten Bootshafen, welcher an der Süd- und Ostseite von Quaimauern begrenzt ist, an der Nord- und Westseite hingegen mit ganz flachen Ziegelböschungen versehen ist.

Die Quaimauern sind sämmtlich auf einem von Spundwänden umrahmten Betonbette fundirt, aus hartbraunen Ziegeln in Trassmörtel aufgeführt und mit Granitplatten abgedeckt. Die Gesamtentwicklung der Quais im Bauhafen beträgt 1100^m.

II. Neue Anlagen.

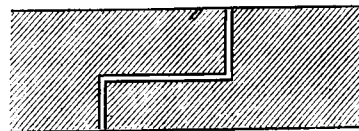
Die bisher erwähnten Wasserbauten, welche in der Hauptsache im Jahre 1871 fertig waren, werden die älteren genannt, während die seither erbauten und noch derzeit im Baue befindlichen Anlagen als neue bezeichnet werden. Diese verdanken ihre Entstehung den nach dem deutsch-französischen Kriege des Jahres 1870—71 geschaffenen neuen Verhältnissen, welche den damals preussischen Kriegshafen zum Reichs-Kriegshafen werden liessen. Im Flotten-Gründungsplane des deutschen Reiches vom Jahre 1872 wurde ausser der Zahl und Art der Kriegsschiffe auch der Ausbau der Werft- und Hafenanlagen festgestellt und speciell für

Wilhelmshaven die Ausführung eines zweiten Hafenbassins, sowie einer zweiten Hafeneinfahrt bestimmt.

a) Ausrüstungs-bassins.

Das neue Hafenbassin von circa 14^{ha} Wasserfläche wurde an der Nordseite des Hafencanals durch Erweiterung desselben um 102^m auf 504^m Länge in den Jahren 1876 bis 1880 hergestellt und hat die gleiche Wassertiefe und ähnliche auf Beton fundirte Umfassungsmauern wie das Werftbassin. Die Quaimauern des neuen Bassins zeigen nur eine Abweichung von den alten darin, dass sie nicht wie diese durchlaufend einen Längsverband haben; sie bestehen vielmehr aus einzelnen bis auf das Fundament getrennten Theilen, zwischen welchen Verticalfugen angeordnet sind.

Die Veranlassung zu dieser vom Hafenbau-Director E. Rechter angegebene Construction war durch die bei den älteren Quaimauern gemachten Erfahrungen gegeben. Bei diesen sind nämlich nahezu an allen Stellen, wo die Mauer ihr Profil ändert, namentlich an den Ecken und bei den Krahnfundamenten, ungleichmässige Setzungen eingetreten und in Folge dessen Risse entstanden. Um derartige, die Ansicht verunzierende Risse zu vermeiden, wurden an allen Stellen, wo Setzungen zu vermuthen waren, Verticalfugen angeordnet, welche gewissermassen die unregelmässigen Risse ersetzen sollen. Die Verticalfugen gehen nicht in einer Flucht durch die ganze Mauerstärke durch, sondern setzen sich in der Mitte ab und zeigen, von oben gesehen, die Figur einer Ueberblattung. Diese Fugenanordnung hat sich gut bewährt, da zwar ungleichmässige Setzungen, aber nirgends Risse entstanden sind.



Die Mauern sind in ihrer ganzen Länge von 780^m mit Granitsteinen abgedeckt. Das Ausheben des Bassins, das Rammen der Spundwände, die Betonirung sowie die Aufmauerung erfolgte mit Hilfe von Wasserhaltungs-Maschinen ganz im Trockenem.

Während der Ausführung ist jedoch der gegen den Hafencanal zu stehen gebliebene starke Schutzdamm zweimal durchgebrochen. An den Durchbruchstellen, von denen die erste in der Mitte, die zweite an der westlichen Ecke gelegen war, wurden Fangdämme hergestellt und im stehen gebliebenen Erdreiche eingebunden. Die Baugrube wurde beide Male wieder ausgepumpt, um die darin befindlichen Baugeräthe, Erdwagen, Schienen u. s. w. herauszunehmen; beim zweiten Durchbruche waren die Mauern jedoch schon auf halber Höhe, und es wurde deshalb sofort, nachdem die Oeffnung gedichtet und die Geräthe herausgenommen waren, das Wasser wieder eingelassen, und zwar durch eine Heberleitung, welche ein gleichmässiges, ruhiges Füllen ermöglichte. Der stehen gebliebene Damm wurde soweit möglich im Trockenem abgetragen, während der unter Wasser befindliche Theil im heurigen Jahre ausgebagert wurde.

Das neue Bassin, welches officiell Ausrüstungsbassin heisst, dient insbesondere für die Aufnahme der ausser Dienst gestellten, nicht reparaturbedürftigen Schiffe, während alle jene Schiffe, die einer Reparatur oder Abänderung bedürfen, nach dem Baubassin der Werft gebracht werden.

b) Neue Hafeneinfahrt.

Die neue Hafeneinfahrt ist südlich der alten gelegen und seit 1875 im Baue begriffen. Das hierzu erforderliche Terrain von circa 40^{ha} wurde durch den im Jahre 1876 vollendeten Seedeich dem Meere abgewonnen und lag damals durchschnittlich 1 $\frac{1}{4}$ ^m unter ordinärer Fluth. Mit dem aus den Baugruben für die Objecte der neuen Einfahrt ausgeschachteten Boden von circa 1,200.000^{kbm} wurde das Terrain auf normale Strassenhöhe, 1 $\frac{1}{4}$ ^m über Fluth, aufgehöhht.

Auf der Binnenseite des Seedeiches wird die seit 1877 im Baue befindliche neue Seeschleusse, als Kammerschleusse ausgeführt. Die Gesamtlänge der Schleusse beträgt 171.2^m, die nutzbare Kammerlänge 120^m, die Weite 24^m und die Wassertiefe über Drempe 9 $\frac{1}{4}$ ^m.

Das Bauwerk ist auf einer durchgehenden, von Spundwänden eingefassten Betonunterlage von 2.5^m Stärke fundirt.

Das Ausheben der Baugrube und das Rammen der Spundwände ist ganz im Trockenem erfolgt, während das mit Trasscement hergestellte Betonbett im Sommer vorigen Jahres unter Wasser geschüttet wurde und über Winter unter Wasser stehen blieb.

Im heurigen Frühjahr wurde die Baugrube leergepumpt, die Betonoberfläche vom Schlamme gereinigt und mit der Aufmauerung der Sohle und Wände begonnen.

Das Mauerwerk wird durchgehends aus hartbraunen Ziegeln mit Trassmörtel ausgeführt und bis auf die Kammerwände mit schwedischem Granit verkleidet. Die Kammerwände werden nur mit Klinkern verkleidet und bekommen eine Granitabdeckung.

Das Aussenhaupt der Schleusse erhält drei Thorpaare, welche ähnlich wie bei der alten Schleusse construirt sind, während für den Verschluss des Binnenhauptes ein Hebeponon in Aussicht genommen ist.

Die Seeschleusse kostet rund 4 Millionen Mark. Es sind dabei 20.000^{kbm} Beton, 36.000^{kbm} Ziegelmauerwerk und 3000^{kbm} Granitsteine verwendet. Die Drempeispitzen- und Thorpfannensteine wiegen je 6000^{kg} bei 2 $\frac{1}{4}$ ^{kbm} Inhalt.

An das äussere Schleussenhaupt schliessen sich die beiden Molen an, von denen die nördliche in einem 788^m langen Bogen bis zur Südmole der alten Hafeneinfahrt reicht, während die südliche 155^m lange Mole parallel zur Schleussenachse geführt ist. Mit dem Bau dieser Molen, welche um 3.1^m niedriger als die alten Molen sein werden, im Uebrigen aber ganz wie diese eine Granitverkleidung erhalten, wurde im vorigen Jahre begonnen.

Die Verbindung der neuen Einfahrt mit den älteren Hafenanlagen erfolgt durch einen 314^m langen, im Mittel 120^m breiten Canal, dem sogenannten Verbindungscanal, dessen Anschluss an den Hafencanal ähnlich wie das Binnenhaupt der Schleusse construirt ist. Ueber ein daselbst ein-

gesetztes Ponton wird die Strasse, sowie ein Geleise auf das später zur Insel gewordene Terrain zwischen der alten und neuen Einfahrt führen.

Die südliche Erweiterung des Verbindungscanales bildet den Reserve- und Handelshafen, dessen geböschtes Ufer mit Klinkern abgepflastert und für den Verkehr mit hölzernen Anlegebrücken versehen werden wird.

Die Kosten der zweiten Hafeneinfahrt und des Ausrüstungsbassins betragen 20 Millionen Mark.

Der Wasserstand im Vor- und Handelshafen, sowie im Hafencanal und in den Hafenbassins ist durch die Seeschleusse von Ebbe und Fluth unabhängig gemacht und wird stets in normaler Fluthhöhe, 3 $\frac{1}{4}$ ^m über Ebbe-Null, der normalen Ebbe erhalten. In ausserordentlichen Fällen jedoch, z. B. bei vorzunehmenden Reparaturen, wird der Wasserstand zeitweise um das erforderliche Maass gesenkt.

Der veränderliche Wasserstand der Jade wird durch den im Jahre 1875 auf dem südlichen Molenkopf hergestellten, selbstregistrirenden Pegel gemessen. Die Einrichtung desselben besteht im Wesentlichen darin, dass auf einer mit Papier überzogenen Walze, die sich durch ein Uhrwerk gleichmässig dreht und innerhalb 24 Stunden eine volle Umdrehung macht, ein mittelst eines Schwimmers bewegter Stift die Curve des steigenden und fallenden Wassers zeichnet.

Die Gesamt-Wasserfläche in den Hafenanlagen beträgt nahezu 50^{ha}, von denen circa 26^{ha} den älteren und 24^{ha} den neuen Anlagen angehören.

An der Westseite des Handelshafens mündet der im Baue befindliche Ems-Jade-Canal, welcher von der Ems bei Emden abgeht und 75^{km} lang ist. Der Canal hat eine Scheitelstrecke und zwei Haltungen mit je zwei Schleussen und verfolgt hauptsächlich den Zweck, das von ihm durchschnitene Moorgebiet zu entsumpfen und culturfähig zu machen. Der Canal, welchem entlang zu beiden Seiten Leinpfade führen, ist, im Wasserspiegel gemessen, 17.6^m breit, bei einer Wassertiefe von 2.1^m und einer Sohlenbreite von 8.5^m. Unter Wasser haben die Böschungen eine 2fache, über Wasser eine 1 $\frac{1}{4}$ fache Anlage, und 10^{cm} unter dem Wasserspiegel ist eine 1.0^m breite Berme angeordnet. Die wichtigsten und schwierigsten der vielen Canalojecte sind zwei schiefwinklge, combinirte Chaussée- und Eisenbahndrehbrücken, sowie ein Aquäduct über den in die Jade mündenden Madeffluss. Diese Objecte werden aus Eisen mit auf Pfahlrost fundirten steinernen Pfoilern hergestellt werden.

C. Die Werft.

a) Bauwerft.

Nahezu im Mittelpuncte des ganzen Jadegebietes befindet sich die Werft mit dem Baubassin, ein 54^{ha} grosses Gebiet, welches von einer 4^m hohen, 3^{km} langen Mauer umgeben ist. Der Verkehr nach ussen wird durch neun Thore vermittelt, von denen jedoch für gewöhnlich nur das an der Westseite gelegene, durch das Verwaltungsgebäude führende Hauptthor und zwei Thore in der östlichen Werftmauer offen sind und passirt werden dürfen.

Die Werft ist nach den Bestimmungen des Flotten-Gründungsplanes vollständig ausgebaut und besitzt 52 Gebäude, welche sämtlich in den Jahren 1872—1880 errichtet wurden, und zwar derart gruppiert, dass die für Schiffbau und Ausrüstung dienenden Werkstätten und Magazine die Nordseite, die für Maschinenbau und Artillerie bestimmten Bauten die Südseite einnehmen. Die Werft ist mit derartigen Einrichtungen versehen, dass sämtliche für Kriegszwecke erforderlichen Neuherstellungen und Reparaturen, nöthigenfalls ganz unabhängig von der Privatindustrie hergestellt werden können.

Sämtliche grössere Werkstätten, Magazine und sonstige Gebäude sind im Ziegelrohbau, auf Pfahlrost fundirt, ausgeführt, während die kleineren Hochbauten aus Fachwerk oder Holz bestehen und auf einer eingeschlemmten Sandunterlage ruhen.

Zu ersteren gehören:

Das Verwaltungsgebäude, die Plattenwerkstatt, das Pumpenhaus, die Schiffsschmiede, der Bootsschuppen mit der Bootsbauwerkstatt, das Eisenmagazin, der Teakholzschuppen, die Takler- und Seglerwerkstatt, die Inventarien-Magazine, das Geschützlagerhaus, das Artillerie-Magazin, die Montirungswerkstatt, das Dampfkesselhaus, die Metall- und Eisengiesserei, die Kesselschmiede und Dampfhammerschmiede.

Zu den leichter gebauten Objecten gehören: das Besichtigungshaus, die Steamkasten-Anlage, die Verzinkungsanstalt, die Malerwerkstatt, der Holzlagerschuppen, der Rundholzschuppen, die Kettenprobiuranstalt, die Kastenreinigungsanstalt, die Brabank, die Ausrüstungsmagazine, das Ausschussmagazin, die Betriebs-Materialien-Magazine u. s. w.

Die grösste Werkstatt ist die Plattenwerkstatt, ein einstöckiger Bau von 303^m Länge und 21^m Breite, bedeckt somit eine Fläche von 64^{ar}. In dieser Werkstatt werden die Panzer, Bleche und Profileisen aller Art bearbeitet und sind hierfür Maschinen grösster Sorte zum Hobeln, Bohren, Lochen, Stanzen, Schneiden, Biegen, Nieten, Richten u. s. w. sowie Laufkräne, hydraulische Pressen, zwei grosse Glühöfen und viele Schmiedefeuer aufgestellt. Zum Biegen der bis zu 30^{cm} starken schmiedeisernen Panzerplatten ist eine mit 400 Atmosphären Druck arbeitende hydraulische Presse in Verwendung. Ueber der Plattenwerkstatt ist die Schiffstischlerei und der zum Aufzeichnen der Schiffconstructions-theile in wahrer Grösse dienende 100^m lange Saal, der sogenannte Schnurboden.

Das höchste und imposanteste aller Werftgebäude ist die Montirungswerkstatt, 67^m lang, 42.5^m breit und bis zum First 23^m hoch. Diese Werkstatt besitzt Werkzeugmaschinen, namentlich Drehbänke, der vollkommensten und verschiedensten Art und von derart gewaltigen Dimensionen, wie sie im Binnenlande und auf anderen Werften nur selten vorkommen. Im oberen Geschoße dieser Werkstatt befindet sich die Modelltischlerei und Büchsenmacherwerkstatt.

Die neueste Werkstatt, die einzige, die noch nicht im Betriebe ist, ist die Dampfhammerschmiede. Sie enthält drei Hämmer von 1050, 5000 und 15.000^{kg} Gewicht. Die Chabotten für diese Hämmer mussten wegen ihres bedeutenden

Gewichtes an Ort und Stelle gegossen werden. Sie bestehen aus je einem Gussstück von 25.000, 80.000 und 300.000^{kg}. Für den Guss der 6000 Centner Chabotte waren zwei für diesen speciellen Zweck aufgebaute Cupolöfen 32 Stunden ununterbrochen im Betriebe.

An der Westseite der Werft befinden sich die für den Neubau von Schiffen bestimmten zwei Hellinge, sowie die zu Schiffsreparaturen dienenden drei Trockendocks. Hellinge und Docks sind auf einem von Spundwänden umrahmten Betonbette fundirt und aus hartbraunem, durchwegs mit Granitsteinen verkleideten Ziegelmauerwerke ausgeführt. Der Abschluss gegen das Bassin wird durch eiserne Pontons bewirkt, welche beim Docken mit Wasserballast beschwert werden. Jedes der zwei grossen Docks hat eine Länge von 135^m, eine Breite von 25^m und einen Inhalt von circa 33.700^{kbm}. Die Docksohlen liegen 8.5^m unter dem normalen Hochwasserspiegel.

Das dritte kleinere Dock ist 117^m lang, 22.5^m breit und hat im gefüllten Zustande eine Wassertiefe von 7.0^m.

Die beiden Hellinge sind je 100^m lang, 21^m breit und am Ponton 6.0^m tief. Die Ansteigung der Sohle beträgt 1:16.

Es wird beabsichtigt, die Hellinge um 34^m landwärts zu verlängern und mit einer Eisenconstruction zu überdachen, um beim Bau der Schiffe von der Witterung unabhängig zu sein.

Die Entleerung der Docks erfolgt innerhalb 6 Stunden durch die im Pumpenhouse aufgestellten Maschinen, welche in der Minute 225^{kbm} fördern können.

Längs der Quais sind eiserne Drehspille zum Fortbewegen und eiserne Poller zum Festlegen der Schiffe aufgestellt, sowie Kräne zum Be- und Entladen der Schiffe. Einer derselben, der sogenannte Dreibein oder Mastenkrahn, ist 33.5^m hoch, hat 10.0^m Ausladung und eine Tragfähigkeit von 60.000^{kg}. Ein zweiter schwimmender Krahn ist 37.0^m über Deck hoch, legt gleichfalls 10^m aus und trägt 40.000^{kg}.

Die Werft besitzt ein normalspuriges circa 8^{km} langes Geleisenetz mit 24 Drehscheiben und 25 Weichen und steht mit der Bahnstation durch zwei Geleisestränge in Verbindung. Von etwa gleicher Länge sind die ausserhalb der Werft gelegenen Geleise, welche zu den Hafenanlagen und zu den Pulver- und Geschoss-Magazinen führen.

Die Feuersicherheit der Werft ist höchst ausgebildet und bestehen alle nur möglichen Vorkehrungen, welche das Umsichgreifen eines Brandes zu verhüten geeignet sind. Die Gebäude sind sämtlich isolirt und mit Feuerhähnen versehen. Längs der zum Theile mit Klinkern, zum Theile mit Granitsteinen gepflasterten Strassen sind in Entfernungen von 80—100^m Hydranten aufgestellt, an welche die Spritzenschläuche direct angeschraubt werden können. Durch automatische Feuermelder, welche an verschiedenen Punkten angebracht sind, wird die im Verwaltungsgebäude untergebrachte Feuerwache vom Ausbruche eines Brandes verständigt, und diese alarmirt die Casernen.

Eine fahrende und eine schwimmende Dampffeuerspritze sind stets in Bereitschaft. Das Speisewasser für die

Spritzen braucht nicht erst angefahren zu werden. Es wird einfach die Entwässerungsleitung mit dem Hafenbassin in Verbindung gesetzt, und werden die Saugschläuche der Spritzen in die dem Brandorte nächstliegenden Einsteigenschächte eingelegt. Die Werft bleibt die ganze Nacht hindurch erleuchtet und wird alle zwei Stunden von einer Wachabtheilung abpatrouillirt.

Die Zahl der auf der Werft beschäftigten Arbeiter beträgt durchschnittlich 2500; die Arbeitszeit ist 10stündig, von $\frac{3}{4}$ bis $\frac{1}{12}$ und von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$, ohne Frühstück- und Vesperpause.

b) Ausrüstungswerft.

Die Werft wird gegenwärtig in östlicher Richtung um eine circa 9^{ha} grosse Fläche erweitert, welche mit dem circa 14^{ha} grossen Ausrüstungsbassin die Ausrüstungswerft bilden wird. Dieselbe wird die zum Ausrüsten der Schiffe nothwendigen Magazine, Depôts, Geleise, Kräne und sonstigen Einrichtungen erhalten und in ähnlicher Weise wie die Bauwerft mit einer 1100^m langen, 5^m hohen Mauer umgeben sein.

D. Die Jade.

Der Jadebusen bildet eine Erweiterung der Jade, eines Meeresarmes, welcher aus der Nordsee bei der Insel Wangeroog in südlicher Richtung abgeht.

Die Jade ist von Wilhelmshaven bis Wangeroog circa 45^{km} lang und bedeckt eine Wasserfläche, welche bei Hochwasser ungefähr 110, bei Niedrigwasser kaum 30^{km} gross ist. Im Anschlusse an die Hafeneinfahrt besitzt die Jade in einer Ausdehnung von circa 6^{km} eine günstige Rhede mit gutem Ankergrund und einer selbst für die grössten Kriegsschiffe ausreichenden Wassertiefe. Das eigentliche Fahrwasser der Jade ist durch ausgelegte Tonnen bezeichnet, deren äusserste mit einer Glocke versehen ist, auf welche vier vom Seegang bewegte Klöppel fortwährend anschlagen und weit hörbare Töne hervorbringen.

Ohne die Betonung wird ein Befahren der Jade wegen der vielen vorliegenden Sandbänke und Untiefen selbst für die mit den Verhältnissen vertrauten Schiffer höchst schwierig und unsicher. An den besonders gefährlichen Stellen sind sogenannte Feuerschiffe verankert, d. s. roth gestrichene weit sichtbare Holzschiffe, welche an der Mastspitze bei Tag einen rothen Korb, in der Nacht eine roth leuchtende Laterne tragen. Des Nachts ist das Fahrwasser durch die in den Jahren 1875—1877 erbauten eisernen Leuchthürme zu Schilling und Varel kenntlich gemacht.

So lang die Schiffe im richtigen Fahrwasser sind, erhalten sie weisses Licht; verlässt ein Schiff die Fahrrinne, so bekommt es rothes oder blinkendes Licht zugeworfen.

E. Festungswerke.

Wilhelmshaven wird zu den Festungen ersten Ranges gezählt. Nach der See zu ist es durch das gefährliche Fahrwasser der Jade und das in den Jahren 1868 und 1869 hergestellte Fort Heppens mit zwei Flügelbatterien geschützt. Zum Schutze gegen ein feindliches Vordringen von der Landseite wurden in den Jahren 1876—1880 drei auf oldenburgisches Gebiet vorgeschobene stark armirte Forts erbaut, welche in einem Halbkreise, circa 6^{km} von Wilhelmshaven entfernt, gelegen sind.

Die Forts sind durch ein normalspuriges Geleise, der sogenannten Ringbahn, mit einander verbunden.

Die vorstehend kurz geschilderten Anlagen Wilhelmshavens bieten durch die colossalen Schwierigkeiten, mit denen die Herstellungsarbeiten zum grossen Theile verbunden waren, sowie durch die unberechenbaren Zufälle, welche häufig die lang vorbereiteten Dispositionen über den Haufen warfen, ein für jeden Techniker ungemein interessantes Materiale, und ich werde gelegentlich Veranlassung nehmen, über einige der grösseren Bauten diesbezügliche detaillirte Mittheilungen zu machen.

PLAN VON WILHELMSHAVEN und Umgebung.

Bl. 29.



Fig. 1.

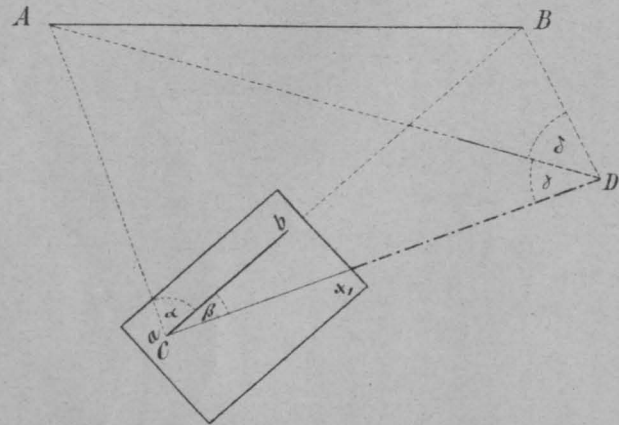


Fig. 2.

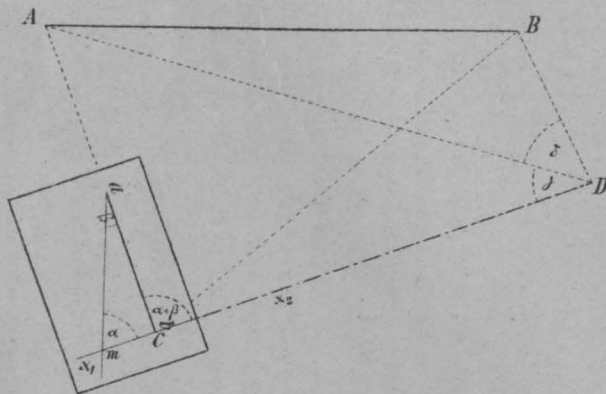


Fig. 3.

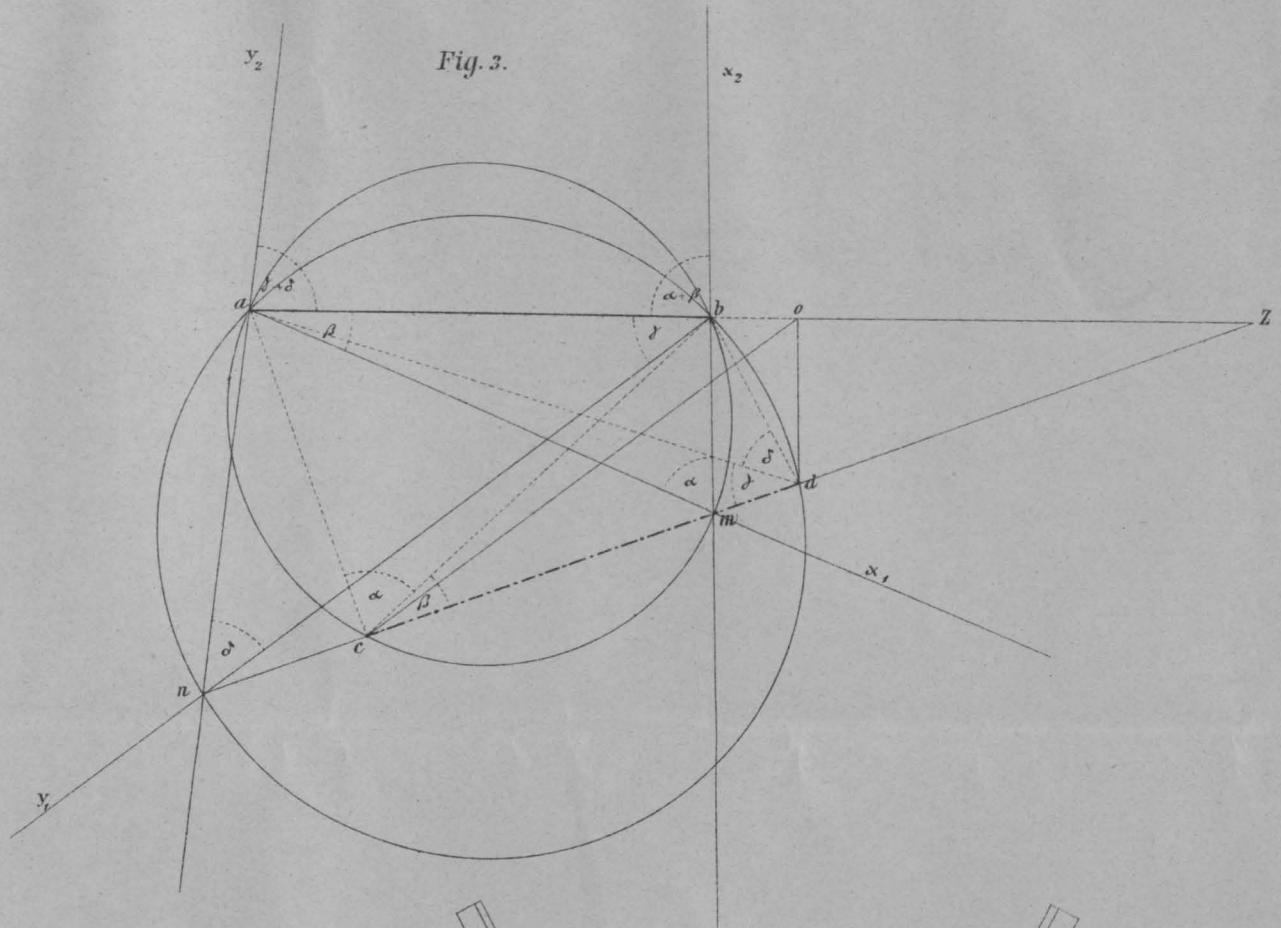


Fig. 4.

